Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Fünfter Band. Heft 1.

Abteilung Kiel.

Mit 87 Figuren im Text.

Kiel und **Leipzig.**

Verlag von Lipsius & Tischer.

1900.

Druck von Schmidt & Klaunig in Kiel.

MARINE BIOLOGICAL WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Inhalt.

Vorbemerkungen 3

Erster Abschnitt.

Vergleichende Uebersicht der Arten von Caulerpa 6

1. *C. fastigiata* 6
2. *C. verticillata* 7
3. *C. pusilla* 8
4. *C. Webbiana* 9
5. *C. flagelliformis* 10
6. *C. prolifera* 12
7. *C. subserrata* 13
8. *C. scalpelliformis* 13
9. *C. pinnata* 15
10. *C. taxifolia* 15
11. *C. Ashmeadi* 16
12. *C. plumaris* 17
13. *C. Selago* 18
14. *C. alternifolia* 19
15. *C. trifaria* 19
16. *C. Harveyi* 20
17. *C. obscura* 21
18. *C. Cliftoni* 23
19. *C. Lycopodium* 23
20. *C. Brownii* 25
21. *C. Freycinetii* 25
22. *C. Bartoniae* 26
23. *C. Urvilliana* 27
24. *C. cupressoides* 27
25. *C. plumulifera* 30
26. *C. hypnoides* 30
27. *C. paspaloides* 34
28. *C. racemosa* 36
29. *C. peltata* 39
30. *C. simpliciuscula* 41
31. *C. papillosa* 41
32. *C. sedoides* 41

33. *C. ambigua* 42
34. *C. Fergusonii* 43
35. *C. cactoides* 43
36. *C. articulata* 43
37. *C. Holmesiania* 44

Zweiter Abschnitt.

Das Problem der Gruppirung der Arten 46

Dritter Abschnitt.

Der morphologische Aufbau von Caulerpa 56

1. Allgemeines 56
2. Das Rhizom 57
3. Die Wurzeln 57
4. Die Assimilatoren 59
5. Vegetationspunkte 60
6. Innere Differenzirung 65
7. Die Anpassung in der Mannigfaltigkeit der Gestalten 67
8. Die Fortpflanzung 69

Vierter Abschnitt.

Die Ursachen der Gestaltung 72

1. Dominanten und morphologisches Gleichgewicht 72
2. Die Bedingungen der Formen 78
3. Regeneration. Vererbung. Variation 84
4. Rückblicke und Ausblicke 89

Ueber Caulerpa.

Ein Beitrag zur Biologie der Meeres-Organismen.

Von

J. Reinke.

Vorbemerkungen.

Wohl auf jeden Botaniker hat die so merkwürdige Organisation von *Caulerpa* einen eigenartigen Reiz ausgeübt. Mich haben ihre wunderbaren Formen stets mächtig angezogen; und nach meinen Untersuchungen über den Thallus der Flechten[1]), über die Assimilationsorgane der Leguminosen[2]) und Asparageen[3]) ward es mir ein Bedürfniss, die Vielgestaltigkeit des assimilirenden Apparates genauer zu studiren, welche eine einzellige Pflanzenform anzunehmen vermag; dafür war *Caulerpa* das nächstliegende Beispiel. Eine bedeutende Förderung erhielt die Ausführung dieses Wunsches durch das Erscheinen der Monographie der Caulerpen von Frau Weber van Bosse[4]), durch welche eine Orientirung in der Fülle der Arten und Unterarten von *Caulerpa* ganz wesentlich erleichtert wird.

Bei den erwähnten Blüthenpflanzen, den Leguminosen und Asparageen, trat für die vergleichende Beobachtung die Abhängigkeit der im Uebrigen sehr vielgestaltigen Körperformen von äusseren Einflüssen unverkennbar hervor. Die Assimilationsorgane trugen bald den Stempel eines feuchten Klimas und Standorts, bald den eines trockenen. Ich gelangte dahin, die klimatischen Einflüsse als Reize aufzufassen, welche in lange dauernder Einwirkung zweckmässige Anpassungen der Formen verursachen. Im Gegensatz zu derartigen Landpflanzen erfreuen sich die Algen, insbesondere diejenigen des Meeres, viel gleichmässigerer Lebensbedingungen, indem der die Körperform der landbewohnenden Gewächse am Meisten beeinflussende Faktor, die Transspiration ganz hinwegfällt, den Pflanzen dafür stets ein Ueberfluss an Feuchtigkeit zur Verfügung steht, ausserdem auch die Schwankungen der Temperatur im Meerwasser geringere und gleichförmigere sind, als in der Atmosphäre. Ganz besonders gilt dies von den Meeren des Tropengürtels, und da die Caulerpen überwiegend Bewohner der Tropenzone sind und nur wenig über dieselbe nach Norden und Süden hinausgreifen, so waren sie auch in dieser Hinsicht — als ein Pflanzentypus, der unter sehr gleichförmigen äusseren Verhältnissen lebt, — als Gegenstück zu den Leguminosen und Asparageen mir ein besonders willkommenes Objekt des Studiums.

Bei näherem Eingehen enthüllen uns die Caulerpen eine solche Fülle von interessanten Erscheinungen, besonders auch auf den Gebieten der Vererbung, der Veränderlichkeit und der Rassenbildung, dass meines Dafürhaltens alle biologischen Untersuchungen, die sich mit

[1]) Reinke, Abhandlungen über Flechten, Pringsheims Jahrb. Band XXVI bis XXIX. (1894—1896).

[2]) Reinke, Untersuchungen über die Assimilationsorgane der Leguminosen. Pringsheims Jahrb. Band XXX 1 u. 4. 1896 u. 97.)

[3]) Reinke, Die Assimilationsorgane der Asparageen. Eine kritische Studie zur Entwickelungslehre. Pringsheims Jahrb. Band XXXI (1897.)

[4]) Monographie des Caulerpes par Madame A. Weber van Bosse. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg Vol. XV p. 243—401. (1898.)

einschlägigen Fragen befassen, die bei den Caulerpen bestehenden Verhältnisse berücksichtigen sollten, mag es sich um Fortpflanzung durch befruchtete Eier oder durch neutrale Sporen oder um Regenerations- und Variationserscheinungen handeln. Nicht nur dem Botaniker, sondern auch dem Zoologen dürften diese Algen Anhaltspunkte für die theoretische Behandlung seiner Probleme liefern. Insbesondere aber wird Jeder, der sich mit Morphologie und Variabilität der Meeresalgen, auch derjenigen der Ost- und Nordsee, beschäftigt, das Verhalten der Caulerpen vergleichend heranzuziehen haben.

Die Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Formen, in denen der *Caulerpa*typus auftritt, ist in hohem Grade überraschend. Verschiedene Botaniker haben daher das Genus in mehrere Gattungen gespalten; während Andere, darunter die neuesten Monographen, J. G. Agardh und Weber van Bosse, es nur in Sektionen zerlegen, deren jede einen engeren Formenkreis umfasst. An und für sich ist es gleichgültig, wie man solche Rubriken nennen will; ich meinerseits würde nicht abgeneigt sein, wegen der in der That bedeutenden morphologischen Abweichungen mehreren Unterabtheilungen den Werth von Gattungen beizumessen und bin der Meinung, dass das Vorkommen von „Bindegliedern" dafür ebenso wenig hinderlich ist, wie bei Unterscheidung von Arten; allein da meine Arbeit keinen systematischen Zweck verfolgt, bleibe auch ich bei dem einen Gattungsnamen *Caulerpa* stehen.

Wie für zahlreiche *Siphoneen*, für *Botrydium*, *Bryopsis*, *Derbesia*, *Codium* u. s. w. ist auch für *Caulerpa* die Einzelligkeit des Thallus charakteristisch.[1]) Die Caulerpen sind vielkernige Riesenzellen, in denen das Protoplasma von einem Ende bis zum anderen circulirt. Wenn man, nachdem Nägeli diese Einzelligkeit des Thallus festgestellt und Schmitz die zahlreichen Kerne darin entdeckt hatte, neuerdings die Einzelligkeit wieder bestreitet, so scheint mir das darum ein nutzloser Wortstreit zu sein, weil man wissenschaftlich unsere Anschauung vom Wesen dieser Pflanzen durch Ablehnung ihrer Einzelligkeit nicht vertieft, andereits aber eine, durch ihre Kürze für alle Diagnosen trefflich verwendbare Bezeichnung preisgiebt. Sachs hatte die *Siphoneen* für nichtzelluläre Organismen erklärt, weil sie grössere Hohlräume bilden, als die gewöhnlichen Zellen zu sein pflegen, und weil sie in diesen Hohlräumen zahlreiche Kerne enthalten. Dann aber bedürfte es entweder einer Polizeiverordnung, die zahlenmässig feststellt, welche Grösse eine Zelle nicht überschreiten darf, um nicht ein nichtcellulärer Organismus zu werden; oder es würde schon die kleinste Zelle mit zwei Kernen ein solcher sein. — Den von Sachs vorgeschlagenen Energidenbegriff vermag ich, indem ich mich in dieser Beziehung den Argumenten A. Hansens[2]) anschliesse, ebenso wenig als einen nutzbringenden anzuerkennen, auch ist schon die Aehnlichkeit der Worte „Energide" und „Energie" störend; die Konfussion würde aber vollständig, wenn Jemand sich einbilden wollte, in einem Zellkern nebst umgebendem Protoplasma etwa eine Energie-Einheit oder gar den Heerd einer besonderen Energie-Art vor sich zu haben. —

Neuerdings hat O. Hertwig[3]) *Caulerpa* zu den „Syncytien oder Zellenfusionen" gerechnet. Ganz abgesehen davon, dass man in der Botanik seither unter Zellenfusion ein Gebilde verstand[4]), was durch Verschmelzung ursprünglich getrennter Zellen entstand, wovon bei *Caulerpa* keine Rede ist, kann ich mich Hertwigs Argumenten gegen die Einzelligkeit von Caulerpa nicht

[1]) Verschiedene andere *Siphoneen*-Gattungen sind bekanntlich mehrzellig, z. B. *Apjohnia*, *Struvea*, *Chamaedoris*.
[2]) Hansen, Die Energidenlehre von Sachs. Biolog. Centralblatt 1898. S. 725 ff.
[3]) O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. II. S. 15. (1898).
[4]) Vgl. z. B. Reinke, Lehrbuch der Botanik. S. 99.

anschliessen. Neben der Vielkernigkeit soll in Betracht kommen die komplizirte Gliederung. Da frage ich: welcher Grad der Gliederung einer Zelle ist noch gestattet, damit sie Zelle bleibt, und nach dessen Ueberschreitung sie nothgedrungen zum „Syncythium" würde? Wenn dann Hertwig *Caulerpa* für einen zwar scheinbar einzelligen, aber *potentia* vielzelligen Organismus erklärt, so würde ich diesen Ausdruck eher noch auf ein befruchtetes Ei oder eine Scheitelzelle anwenden, die zwar einzellig sind, in denen aber *potentia* ein vielzelliger Organismus gegeben ist. Legt man den Nachdruck aber auf die Anzahl der Kerne, so würde nach Hertwigs Nomenclatur die Zelle einer *Conferva* eine Zelle, diejenige einer *Cladophora* aber ein Syncythium sein, was mir nicht recht gefallen will. Ich bleibe daher bei Nägelis Auffassung, dass wir es in den Arten von *Caulerpa* mit einzelligen Organismen, allerdings mit Riesenzellen, zu thun haben; denn irgend ein Beweis dafür, dass im *Caulerpa*-Körper das Protoplasma um die einzelnen Kerne herum in entsprechender Weise abgegrenzt wäre, wie bei vielzelligen Pflanzen, nur dass die Zellwände fehlen, lässt sich schlechterdings nicht erbringen. Ich bin im Gegentheil davon überzeugt, dass eine solche Abgrenzung nicht besteht, sondern dass die Kerne im Protoplasma sich mehr oder weniger verschieben, und dass zur „Wirkungssphäre" eines Kerns bald dieser, bald jener Theil des Protoplasma, keineswegs immer die gleiche Protoplasmaportion, innerhalb der *Caulerpa*-Zelle gehört.

Mir scheint es der einfachste Ausdruck der Thatsachen zu sein, wenn wir zugeben, dass *Caulerpa* lehrt, wie der vegetabilische Organismus nur einer einzigen Zelle bedarf, um sehr zahlreiche Gestalten hervorbringen zu können; während die Zahl der Kerne nur eine Funktion der Grösse der Zelle ist. —

Zu bedauern ist, dass die Sammler von Caulerpen durchweg keine näheren Angaben über das Vorkommen und die Lebensweise der einzelnen Arten machen. Es scheint jedoch soviel sicher zu sein, dass die *Caulerpa*-Arten vorwiegend wenn nicht ausschliesslich im flachen Wasser wachsen, bei Ebbe mitunter trocken liegen in dichten, moosartigen Polstern. Nach Berthold[1]) geht im Mittelmeer *C. prolifera* von der Oberfläche bis zu 15 Meter Tiefe hinab. Von keiner andern Art ist mir eine Angabe darüber bekannt, bis zu welcher Tiefe sie unter die Meeresoberfläche hinabsteigt. —

Auf nachfolgenden Blättern werde ich zunächst einen vergleichenden Ueberblick der wichtigeren Arten geben, der durch Abbildungen unterstützt wird. Besitzen wir auch in den Werken Kützings, Harveys, Weber van Bosses u. a. m. eine grosse Zahl werthvoller Zeichnungen von *Caulerpa*-Arten, so wäre es doch für die Leser dieser Abhandlung eine ungerechtfertigte Zumuthung, sie auf das Nachschlagen zahlreicher Monographien zu verweisen. Auch dürften manche der von mir gebrachten Bilder Vorzüge vor älteren Zeichnungen besitzen. Sie sind von Herrn Maler Fürst zum weitaus grössten Theil nach der Natur gezeichnet worden; bei den wenigen Figuren, die copirt wurden, ist dies ausdrücklich hervorgehoben. Für Hülfe bei der Herstellung mikroskopischer Präparate habe ich noch Herrn cand. med. Baur bestens zu danken. Als Material diente mir in erster Linie die Sammlung des Kieler Botanischen Instituts; ferner hatte ich Gelegenheit zur Durchsicht der Caulerpen des Berliner und Hamburger Museums und des schönen Algenherbars des Herrn Major Reinbold. Letzterem Herrn, sowie

[1]) Berthold, Ueber die Vertheilung der Algen im Golf von Neapel. Mitth. d. Zool. Station Band III p. 497. (1882).

den Herren Kollegen Engler und Sadeback sage ich für die Bereitwilligkeit, mit der sie mir die von ihnen verwalteten Schätze anvertrauten, meinen besten Dank.

Bei der grossen Formenverschiedenheit ist es nicht ganz leicht, eine einheitliche Nomenclatur für die einzelnen Theile der Caulerpen zu gewinnen. Die vollkommneren Arten stimmen in hohem Grade mit dem Habitus von Cormophyten überein, davon hat man meines Erachtens auszugehen. Ich will deshalb zwischen den Wurzeln, dem kriechenden Rhizom und dem aufstrebenden Assimilations-Organe oder Assimilator unterscheiden; der Letztere ist entweder ein blosses Blatt, wie bei *C. prolifera*, oder ein in Stengel und Blatt sich gliedernder Spross. Zwischen den blattförmigen und den sprossförmigen Assimilatoren finden sich Uebergänge; ferner giebt es Arten, in denen Rhizom und Assimilator kaum scharf zu scheiden sind, wie überhaupt das Rhizom durch Chlorophyllgehalt sich an der Assimilation betheiligen kann. Die Rhizome können ihrerseits, abgesehen von den Assimilatoren, blattlos oder beblättert sein. Dies sei zur Orientirung vorausgeschickt; ein näheres Eingehen auf die allgemeinen morphologischen Verhältnisse von *Caulerpa* wird der dritte Abschnitt bringen.

Erster Abschnitt.

Vergleichende Uebersicht der Arten von Caulerpa.

1. *Caulerpa fastigiata* Mont.

Die Pflanze wurde gesammelt im grossen Ocean auf den Freundschaftsinseln, im atlantischen an den Gestaden Westindiens und Brasiliens[1]); sie besitzt danach eine weite Verbreitung in den

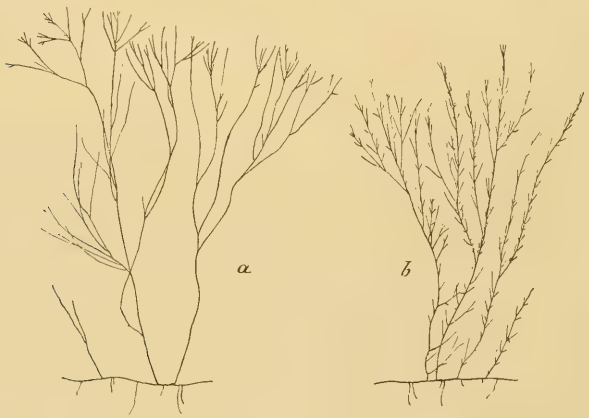


Fig. 1. Zwei Exemplare von *Caulerpa fastigiata* ($\frac{1}{1}$).

Fig. 2. Zweigspitze von *C. fastigiata* im optischen Längsschnitt. ($\frac{1}{1}\frac{0}{0}$).

[1]) Die geographischen Notizen sind durchweg der Abhandlung Weber van Bosse's entnommen.

tropischen Meeren. Ihr Wuchs ist rasenförmig; ein horizontales, fadenförmig dünnes Rhizom entsendet nach unten zarte farblose Wurzeln, nach oben dicht gedrängt stehende, gleichfalls cylindrisch-fadenförmige, unregelmässig und verschiedenartig verzweigte Assimilatoren, die gewöhnlich den Habitus einer *Vaucheria* oder *Derbesia* annehmen. Sie verlängern sich durch Spitzenwachsthum. Bald sind die Verzweigungen mehr dichotom (Fig. 1 a), bald sind zahlreiche kurze Seitenäste vorhanden (Fig. 1 b); zwischen beiden Extremen finden sich alle Uebergänge. Ein Unterschied in der Beschaffenheit der Haupt- und Seitenaxen ist nicht vorhanden, ebensowenig weichen die aufstrebenden Fäden vom Rhizome ab. Dass die Pflanze unzweifelhaft zu *Caulerpa* gehört, beweisen die Zellstofffasern, die das Lumen der Fäden vorwiegend senkrecht zur Längsaxe durchziehen; Fig. 2 zeigt diese Fasern in der Spitze eines ausgewachsenen Astes.

Von *C. fastigiata* wohl kaum spezifisch zu trennen ist *C. filiformis Ag.* von den Freundschaftsinseln. Beide zusammen bilden im Systeme von J. Agardh die Sektion der *Vaucherioideae.*

2. *C. Verticillata* J. Ag.

Freundschaftsinseln und Küsten Ostindiens. Bildet dichte Rasen, die bei allen von mir gesehenen Exemplaren nur aus den gabelig verzweigten, aufstrebenden Assimilatoren bestehen (Fig. 3), während in der Literatur auch kriechende Rhizome angegeben werden. Ich meinerseits

Fig. 3. Büschel von Assimilatoren der *C. verticillata* ($\frac{1}{1}$).

Fig. 4. *C. verticillata*; unterstes Stück eines Assimilators, dem verzweigte Wurzeln entspringen ($\frac{2}{1}$).

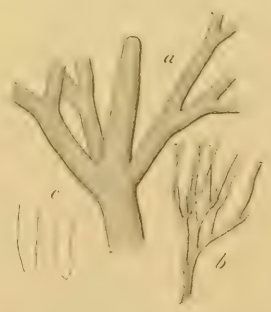


Fig. 5. *C. verticillata*; a Vegetationspunkt einer wachsenden Assimilator-Axe mit einem dreigliedrigen Wirtel junger Blätter ($\frac{3}{1}^{a}$); b ein junges Blatt ($\frac{2}{1}^{b}$); c zwei Spitzen alter Blätter ($\frac{3}{1}^{a}$).

sah farblose Wurzeln aus dem untersten Theile solcher Assimilatoren entspringen (Fig. 4). Vermuthlich werden Pflanzen, die den Raum fanden, sich vollständig zu entwickeln, Rhizome hervorbringen, während in sehr dicht gewachsenen Rasen die Individuen von unten her absterben, wie das bei Moosen, bei *Cladonia rangiferina* u. a. der Fall ist, so dass dann die farblosen Wurzeln den Axen der Assimilatoren entspringen.

Die Assimilatoren erinnern im Habitus an zarte *Characeen,* wie *Nitella tenuissima.* Sie tragen in gewissen Abständen wirtelig angeordnete Kurztriebe oder Blätter, die in einer Ebene mehrfach gabelig verzweigt sind. Diese Blätter stehen zu zwei bis fünf im Wirtel, sie sind

cylindrisch und besitzen Spitzenwachsthum, wie alle Glieder der Caulerpen. Sie verzweigen sich durch Gabelung ihrer Spitze; die Spitzen ausgewachsener Blätter findet man noch ein wenig getheilt.

Die Langtriebe oder Stengel besitzen gleichfalls Spitzenwachsthum; in Fig. 5a ist der im Wachsthum begriffene Vegetationspunkt eines Sprosses mit den Ansätzen der drei Blätter des jüngsten Wirtels gezeichnet; Fig. 5b ist ein jüngeres, noch nicht ganz ausgebildetes Blatt, bei c. sind zwei nach abwärts gekehrte Spitzen alter Blätter gezeichnet. — Zellstoffbalken finden sich sowohl in den Stengeln wie in den Blättern der Assimilatoren.

Als Spielart gehört hierher die *f. charoides* (nach W. v. B. 1. c. S. 267), von Cuba und Tongatabu, bei der die Blätter zerstreut an den Langtrieben stehen, ohne zu Wirteln vereinigt zu sein; sie weicht im Habitus weit ab und verbindet *C. verticillata* einigermassen mit *C. fastigiata*.

3. *C. pusilla* J. Ag.

Das sehr charakteristische Plänzchen ist bisher nur einmal und zwar bei Pernambuco gefunden worden. Ein verzweigtes Rhizom kriecht im Sande umher und ist dicht bedeckt mit kurzen, wenig verzweigten haarförmigen Wurzeln, an denen Sandkörner haften. Aus dem Rhizom erheben sich aufsteigende verzweigte Assimilatoren, deren unterer Theil mit den gleichen Haarwurzeln bedeckt ist, deren oberer Theil etwas kugelig eingerollte Wirtel gabelig verzweigter, fächerförmiger Blätter trägt (Fig. 6); die Verzweigungsebene der Blätter steht normal zur Sprossaxe. Dadurch nähert sich der Habitus dieser Art einer kleinen *Chara batrachosperma*.

Die Blätter zeigen in ihren Gabelungen abgestutzte Buchten und zugleich leichte Strikturen, durch welche sie bei jeder Gabelung ein wenig eingeschnürt werden (Fig. 7d). Die

Fig. 6. *C. pusilla;* das Rhizom erscheint so dick durch die den Haarwurzeln anhaftenden Sandkörner ($\frac{1}{1}$).

Fig. 7. *C. pusilla;* a Rhizomspitze mit den Basalstücken zweier Assimilatoren ($\frac{1}{1}^{5}$); b vorderer Theil der gleichen Rhizomspitze, stärker vergrössert ($\frac{4}{1}^{0}$); c ist ein Stück Rhizom, von dem sich die Basis eines Assimilators s abhebt ($\frac{2}{1}^{0}$); d ein Stück aus der Peripherie eines jungen Blattes ($\frac{7}{1}^{5}$); e Scheitel eines alten Blattes ($\frac{2}{1}^{0}{}^{0}$).

letzten Enden der Zweige sind durch zwei aufgesetzte Spitzchen gekrönt, die aus verdickter Zellwand bestehen (Fig. 7e). Alle Verzweigungen eines Blattes liegen in einer Ebene, und soweit sich an dem getrockneten Material erkennen liess, ist das Blatt in seiner Verzweigungsebene

ein wenig abgeplattet. Im Stengel und in den untersten Gliedern der Blätter findet man zwar innere Fasern, in den oberen Gliedern der letzteren vermisst man dieselben; sie scheinen hier gänzlich zu fehlen.

In Fig. 7a ist das fortwachsende Ende eines Rhizoms gezeichnet mit den Ansätzen zweier aufstrebender Assimilatoren; in der Nähe der wachsenden Spitze sind noch keine Wurzelhaare gebildet. Fig. 7b zeigt bei etwas stärkerer Vergrösserung den Vegetationspunkt des gleichen Präparats, der sich am Scheitel gespalten hat und weiter nach links die Anlage (den Vegetationspunkt) eines Assimilators trägt. In Fig. 7c ist der horizontale Ast ein Stück Rhizom, der verticale, mit s bezeichnete die Basis eines Assimilators; beide sind mit den gleichen Haarwurzeln bedeckt.

C. verticillata und *pusilla* bilden bei Agardh die Sektion der *Charoideae*. W. v. B. hat dieser Sektion noch eine dritte Spezies, *C. Murrayi* von Victoria Banks, hinzugefügt, welche der *C. pusilla* nahe steht, aber immer nur einen einzigen Wirtel mehr ausgebreiteter Kurztriebe an der Spitze eines Assimilators trägt. Jedenfalls sind die beiden Sektionen der *Charoideae* und der *Vaucherioideae* nahe miteinander verwandt, vielleicht in eine Einheit zusammenzufassen.

4. *C. Webbiana* Mont.

Die vielgestaltige Art kriecht wie ein Moos in bald dichten, bald lockeren Rasen über ihr Substrat. Sie findet sich auf den Canarischen Inseln, im Rothen Meere, bei Pernambuco, in Westindien, auf Mauritius und den Freundschaftsinseln (Tongatabu), hat also eine weite Verbreitung in den wärmeren Meeren.

Die Hauptform, als welche mir die *f. tomentella* erscheint, besitzt kriechende, beblätterte Rhizome, die nach unten dünne, verzweigte, farblose Wurzeln, nach oben dicht beblätterte Schösslinge entsenden (Fig. 8), die ihrerseits sich verlängern, sich dem Substrate anschmiegen und wiederum Wurzeln erzeugen können, so

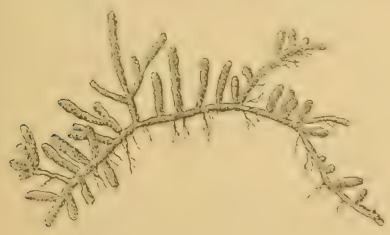


Fig. 8. *C. Webbiana f. tomentella* (½).

Fig. 9. *C. Webbiana:* a Spitze eines Rhizoms mit zwei Blättern; am Vegetationspunkt ist die Anlage eines dritten Blattes hervorgetreten ($\frac{20}{1}$); b verzweigte Spitze eines Blattes ($\frac{7}{1}$); c Blatt mit der Einfügung an den Stengelquerschnitt ($\frac{20}{1}$); d optischer Längsschnitt einer Blattspitze, die mit Eau de Javelle behandelt war, um den Verlauf der Zellstofffasern zu zeigen ($\frac{7}{1}$).

dass ein scharfer Unterschied zwischen Rhizomen und Assimilatoren nicht besteht, weil letztere leicht in Rhizome übergehen können. An den als Rhizome ausgebildeten Axen fand ich die wachsende Spitze nackt oder doch die Blätter daran nur zerstreut in grösseren Abständen (Fig. 9a), während die Vegetationspunkte der kurzen, aufgerichteten Assimilationssprosse von dichtstehenden Blättern knospenartig eingehüllt werden. Bei anderen Formen ist das ganze Rhizom locker beblättert, stellenweise fast nackt, auch können die oft alternirenden Blätter hier kleiner und niederblattartig bleiben oder zu langen feinen Wurzelhaaren auswachsen. Die Blätter der Assimilatoren sind bald in mehrgliedrigen Wirteln, bald zweizeilig angeordnet, sie stehen bald dichter, bald lockerer, sind wiederholt gabelig getheilt mit ungleicher Entwicklung der Aeste (Fig. 9c), die in Spitzen aus verdickter Zellwandsubstanz auslaufen (Fig. 9b). Ihre Verzweigung findet in wechselnden Ebenen statt. Für den inneren Bau der Blätter ist ein zur Längsaxe senkrechter Verlauf der Zellstofffasern charakteristisch (Fig. 9d).

Weber van Bosse sucht auch bei dieser Art scharf zwischen Rhizom und Assimilatoren zu unterscheiden und charakterisirt ersteres generell als umgeben von Blättern, die sich in Haarwurzeln verlängern (l. c. S. 269). Ich halte dies Merkmal für kein allgemein gültiges und glaube, dass bei *C. Webbiana* Rhizom und Assimilatoren in einander übergehen können.

Agardh macht diese Art zum Repräsentanten einer besonderen Sektion, der *Bryoideae*. W. v. B. fügt derselben noch die beiden Arten *C. elongata* von Macassar und Tongatabu, und *C. Pickeringii* von der Wilsoninsel und Tahiti hinzu, von denen namentlich die Letztere sich durch einen robusteren Habitus auszeichnet. Ich möchte glauben, dass sich die Sektion der *Bryoideae* zweckmässig mit anderen, später zu behandelnden Arten in eine grössere natürliche Gruppe vereinigen lässt.

5. *C. flagelliformis* Ag.

Diese stattliche Art, die von der vorigen morphologisch weit absteht, findet sich an den Küsten Südafrikas, wurde aber auch einmal bei Cadix von Cabrera gesammelt. Ob sie hier nur angetrieben vorkam oder sich vielleicht längs der ganzen Westküste von Afrika hinzieht, muss unentschieden bleiben, wenn ich auch das Erstere für wahrscheinlich halte

Das kriechende, nackte Rhizom, welches mit verzweigten Wurzeln im Sande haftet, entsendet als Assimilatoren verzweigte, lineale Blätter, die gewöhnlich flach sind, wie bei *C. prolifera*, aber auch sehr schmal vorkommen und dann stielrund sind (var. *typica*); beide Typen sind durch Uebergänge mit einander verknüpft. W. v. B. bildet auf Taf. 24 Fig. 8 ein Exemplar der schmalblättrigen Form ab, das in einzelnen Blättern deutliche Verbreiterungen zeigt. In Fig. 10 ist ein Stück der flach- und breitblättrigen var. *ligulata* gezeichnet, die noch dadurch charakterisirt ist, dass die spreitenartigen Theile des Blattes einem cylindrischen, durch Strikturen gegliederten, stielartigen Theile aufsitzen; diese Gliederung an der Basis fehlt gewöhnlich der Form mit cylindrischen Blättern.

Die Morphologie dieser Blätter ist von Interesse; ich werde mich indessen bei ihrer Besprechung auf die in Fig. 10 abgebildete Form beschränken. Links sieht man den horizontal fortwachsenden Vegetationspunkt des Rhizoms. Dann folgt nach rechts ein noch ganz junges Blatt, das erst den gegliederten Stiel gebildet hat, dem die Spreite noch völlig fehlt; ein Beweis

für das Spitzenwachsthum des Blattes. Nr. 2 ist ein gut entwickeltes Blatt mit gabelig getheilter Spreite. Die Gabelung scheint dadurch entstanden zu sein, dass aus der Spitze der Spreite zwei neue Aussprossungen hervorgewachsen sind, und dies Aussprossen hat sich bei dem zweiten Gabelaste einmal wiederholt. Ausserdem ist links am Blattstiel ein kleineres, adventiv entstandenes Blatt mit gleichfalls gegliedertem Stiel hervorgewachsen, dessen Spreite sich in einer mehr normalen Theilung gegabelt hat. Blatt 3 ist ganz ähnlich gebaut, wie jener Adventivast von 2. Blatt 4 zeigt einen solchen Adventivast, der aus dem Stiel entspringt, auf frühem Entwickelungsstadium. Der cylindrische, gegliederte Stiel ist fertig, die darüber stehende junge Spreite aber auch noch cylindrisch zugespitzt, dürfte also erst später in die Breite wachsen. Im unteren Theile von Blatt 5 sehen wir zwei adventive Sprossungen (Blätter) aus der Fläche der Spreite hervorwachsen und eine dritte gleichfalls mit gegliedertem Stiel aus dem oberen Rande als Paarling eines gewöhnlichen Gabelastes. Wenn wir nun hinzunehmen, dass ein ganzer Formenkreis der Art nur ein bis zwei Millimeter breite cylindrische Blätter besitzt, so wird der Formenreichthum von *C. flagelliformis* dadurch wohl genügend hervorgehoben.

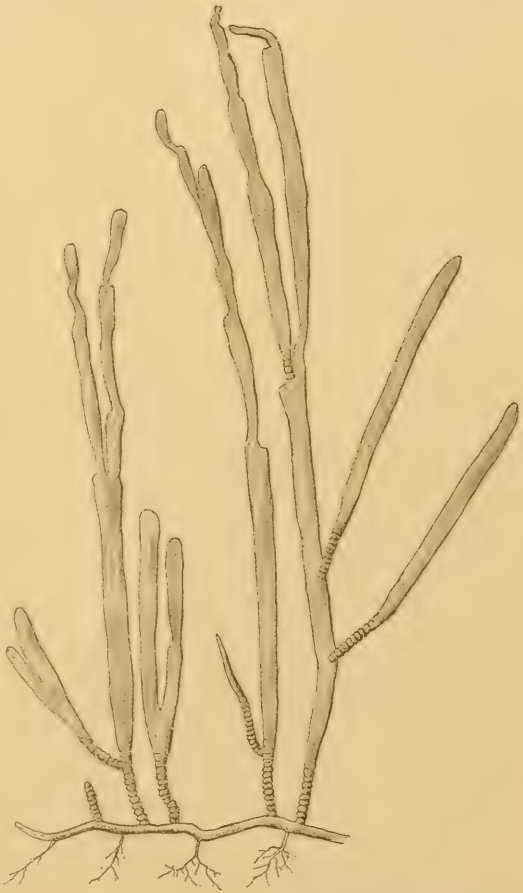


Fig. 10. *C. flagelliformis* var. *ligulata* (½).

Nachdem W. v. B., wie mir scheint mit vollem Recht, die *C. ligulata* zur *C. flagelliformis* gezogen hat, bildet diese Art den einzigen Typ von Agardh's Sektion *Zosteroideae*. In Bezug auf diese Sektion vermag ich nicht zu erkennen, durch welches wesentliche Merkmal sie sich von der Sektion *Phyllanthoideae* unterscheiden soll, zu der *C. prolifera* gehört. Mit letzterer Art ist *C. flagelliformis* wohl durch *C. anceps* verbunden; auch liegen im Kieler Herbarium Exemplare der var. *ligulata*, deren Blattspitzen eine ähnliche Ausrandung besitzen, wie sie bei jüngeren Blättern von *C. prolifera* vorkommt. Die Strikturen des Blattstiels sind kein entscheidendes Merkmal, sie können bei der *var. typica* auch fehlen, finden sich aber wieder bei den sicher nicht nahe verwandten *C. Holmesiana* und *cactoides*, wie auch in anderen Siphoneengattungen, z. B. *Apjohnia, Struvea, Chamaedoris*.

6. *C. prolifera* Lamour.

Wächst verbreitet im Mittelmeer, wie auch an den Küsten Westindiens und Floridas; sie ist aber keineswegs auf den atlantischen Ocean beschränkt, da auch ostindische Exemplare in den Sammlungen vorkommen.

Unter allen Arten von *Caulerpa* hat sich *C. prolifera* des sorgfältigsten Studiums nach den verschiedensten Richtungen zu erfreuen gehabt, wozu ihre verhältnissmässig leichte Erreichbarkeit im lebenden Zustande den Anlass bot. Nachdem ihre Organisation durch Montagne[1]), Brogniart[2]) und Decaisne[3]) in den Grundzügen festgestellt war, machte Nägeli sie zum Gegenstande einer seiner ausgezeichnetsten monographischen Abhandlungen in Schleiden und Nägeli, Zeitschrift für wiss. Botanik I. S. 134 ff. (1844). Aus neuerer Zeit sind dann noch die folgenden, *C. prolifera* betreffenden Untersuchungen namhaft zu machen, in welchen sich neben physiologischen und anatomischen Beobachtungen auch mancherlei morphologische Angaben finden:

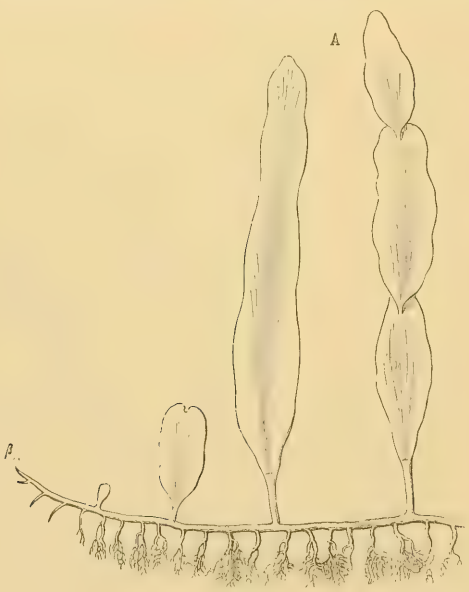


Fig. 11. *C. prolifera* (½). [Entnommen aus Reinke, Lehrbuch der Botanik.]

Wakker, Die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von *Caulerpa prolifera*. Verslagen der Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam 1886.

Noll, Ueber die Funktion der Zellstofffasern der *Caulerpa prolifera* und: Ueber den Einfluss der Lage auf die morphologische Ausbildung einiger Siphoneen, beides in Arb. d. Bot. Inst. Würzburg III. 1888.

Janse, Die Bewegung des Protoplasma von *Caulerpa prolifera* in Pringsheim's Jahrb. XXI. 1890.

Klemm, Ueber *Caulerpa prolifera* in Flora. 1893.

Caulerpa prolifera ist auch die einzige Art, die ich selbst lebend zu beobachten Gelegenheit hatte, und von der ich im Herbst 1875 während meines Aufenthalts in der zoologischen Station zu Neapel viele Exemplare genauer untersucht habe in der vergeblichen Hoffnung, Fortpflanzungsorgane zu finden.

Ich beschränke mich auf wenige Bemerkungen. Das horizontal kriechende, vielfach verzweigte Rhizom treibt nach unten reich verästelte Wurzeln, nach oben Blätter mit cylindrischem Stiel und lanzettlicher Spreite. Fig. 11 ist eine Reproduktion der in meinem Lehrbuche der Botanik gegebenen Abbildung der typischen Form des Mittelmeers. Bei Neapel beobachtete

[1]) Annales des Sc. nat. 1838. Tome IX p. 129.
[2]) Comptes rendus Febr. 1838.
[3]) Arch. du Muscum 1842 p. 122.

Janse aber auch Formen mit schmalerer, linearer, sich gabelnder Spreite. Dichotomie der Blätter in der Region des verlängerten Stiels findet sich auch bei einer, von der Plankton-Expedition heimgebrachten und von Schütt an den Bermudainseln gesammelten Form (Fig. 12).

Wir werden später Anlass finden, noch mehrfach der *C. prolifera* zu gedenken; hier sei nur noch hervorgehoben, dass das kriechende Rhizom zwar in der Regel farblos ist, gelegentlich aber auch, wenn es von Schlamm oder Sand entblösst wächst, ebenso dunkelgrün gefärbt sein kann, wie die Blätter, und dass der Chlorophyllgehalt sich sogar noch im Wurzelhaare bemerklich macht.

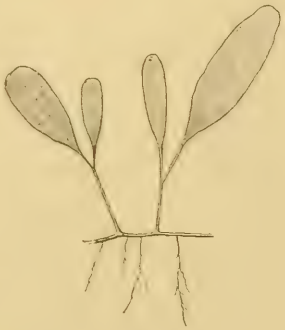


Fig. 12. *C. prolifera*, Form von den Bermudainseln (½).

Im Systeme Agardh-Weber van Bosse bildet *C. prolifera* die Grundlage der Sektion *Phyllantoideae*, die ausserdem noch folgende 5, theilweise der *prolifera* sehr nahe stehende Arten umfasst: *C. brachypus* von Japan, *C. parvifolia* von Neusüdwales und Neuholland, *C. anceps* von den Freundschaftsinseln und Japan, *C. Stahlii* von Java, *C. biserrulata* aus dem tropischen Australien. Jedenfalls geht aus dieser Uebersicht eine weite geographische Verbreitung des *prolifera*-Typus hervor.

7. *C. subserrata* Okamura.

Wurde auf den Boninsinseln (Japan) gesammelt und von Okamura im Bot. Mag. in Tokyo vol. XI. Nr. 119, Pag. 3 (1897) beschrieben; die Originalzeichnung des Autors ist in Fig. 13 reproduzirt.

Das Pflänzchen entwickelt aus einem kräftigen Rhizom lanzettliche, oben abgestutzte, am Rande scharf gezähnte Blätter. Einzelne Blätter treiben Prolifikationen; mitunter entspringen zwei Blätter an einem Punkte des Rhizoms.

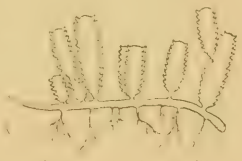


Fig. 13. *C. subserrata* (½), [kopirt nach Okamura].

Die Art gehört gleichfalls zum Typus der *C. prolifera*, also zur Sektion *Phyllantoideae*; doch mit Recht bemerkt schon Okamura, dass sie diese Sektion mit der folgenden, den *Filicoideae*, verbindet, ja, er stellt sie sogar zu diesen *Filicoideae* in unmittelbarer Nähe von *C. scalpelliformis*. Ich stimme jedoch W. v. B. darin bei (vgl. l. c. p. 283), dass durch *C. biserrulata* (abgeb. in Sonder, Die Alg. d. trop. Austr., Taf. 11) und *C. Stahlii* (W. v. B., Taf. 22, Fig. 4) die engere Verwandtschaft von *C. subserrata* mit *C. prolifera* bewiesen wird. *C. biserrulata* freilich ist nicht als Bindeglied zwischen *C. subserrata* und *Stahlii* zu denken, weil die höchst merkwürdigen Doppelzähne ihres Blattrandes, die gewöhnlich zu zweien neben einander stehen, sie als Endglied einer besondern Entwicklungsrichtung erscheinen lassen.

8. *C. scalpelliformis* Ag.

Die Art tritt in zwei Hauptformen auf, die von mehreren Autoren als Species angesehen werden, der var. *typica* und der var. *denticulata*; die erstere wächst in Neuholland und Tas-

manien, die letztere im Rothen Meer; W. v. B. hat dieselben durch eine var. *intermedia* von Ceylon und Mauritius verbunden.

Fig. 14 bringt ein Exemplar der var. *typica* zur Darstellung. Das wurzelnde Rhizom trägt drei Blätter, welche die charakteristischen Einschnitte des Blattrandes zur Darstellung bringen. Die Zähne alterniren bald, bald stehen sie einander gegenüber, sie sind länger, wenn die mittlere

Fig. 14. *C. scalpelliformis* var. *typica* (½).

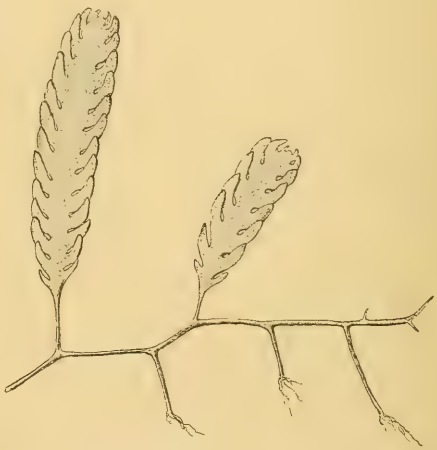


Fig. 15. *C. scalpelliformis* var. *denticulata* (½).

Spreite breiter wird, kürzer, wenn diese sich verschmälert. . Die Blätter besitzen cylindrische Stiele. Bei Blatt 1 hat eine Verjüngungs-Sprossung aus der Spitze stattgefunden; Blatt 2 zeigt sechs seitliche Prolificationen, die aus der Spitze gewöhnlicher Zähne hervorwachsen, während Blatt 3 als normal gelten kann.

Fig. 15 ist eine Zeichnung der var. *denticulata*; rechts der Vegetationspunkt des Rhizoms mit einer jungen, noch cylindrischen, weil dem Stiel entsprechenden Blattanlage und einer Wurzelanlage. Bei der Blattspreite überwiegt der zusammenhängende Theil, die Spitzen der Zähne greifen durch Hyponastie eigenthümlich übereinander.

Der *C. scalpelliformis* nahe verwandt sein dürfte *C. remotifolia* Sond., deren Blätter eine sehr verschmälerte Mittelspreite besitzen und häufig aus der Spitze sich verjüngen. Sie wurde auf Neuholland und den Fidschiinseln gesammelt. (Abbildungen in Harvey, Phycolog. Australis, Taf. 107 und Kützing, Tab. phycol. VII, Taf. 9.)

9. *C. pinnata* W. v. B.

Findet sich in ihren beiden Hauptformen, der var. *typica* und der var. *mexicana*, durch alle tropischen Meere verbreitet.

Fig. 16 ist ein Stück eines Exemplars der var. *typica*, links der Vegetationspunkt des Rhizoms. Das erste, jüngste Blatt zeigt auffallend kurze Fiedern, während in anderen Fällen die untersten Fiedern auch junger Blätter frühzeitig ihre normale Länge erreichen. Blatt 2 ist normal, mit parallelen, opponirt stehenden Fiedern; Blatt 3 hat sich zweimal aus dem cylindrischen Blattstiele heraus verzweigt.

Fig. 16. *C. pinnata* var. *typica* (½).

Fig. 17. *C. pinnata* var. *mexicana* (½).

Fig. 17 ist die var. *mexicana*, auch *crassifolia* genannt; rechts der Vegetationspunkt des Rhizoms, das eine Blatt hat aus der Spitze einen Verjüngungstrieb hervorgebracht. Die Fiedern convergiren nach oben und greifen z. Th. ähnlich über einander, wie bei *C. scalpelliformis* var. *denticulata*. Jedenfalls kommen beide Formen einander so nahe, dass man, wie auch W. v. B. (l. c. S. 291) hervorhebt, sie zu vereinigen geneigt sein könnte, zumal das Alterniren oder Gegenüberstehen der Zähne beziehungsweise Fiedern schwerlich von grosser Bedeutung ist.

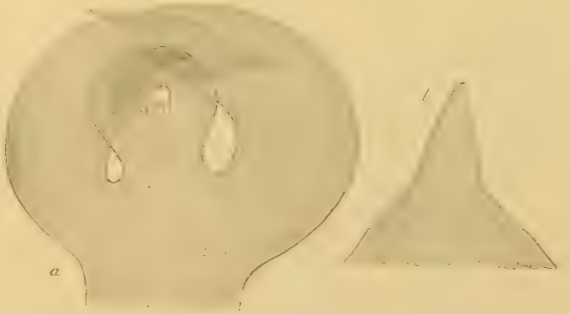


Fig. 18. *C. pinnata* var. *mexicana*; a Spitze eines wachsenden Blattes (²⁰/₁); b Spitze einer älteren Blattfieder (⁷/₁).

Fig. 18 a bringt die wachsende Spitze eines jungen Blattes der var. *mexicana* zur Darstellung. Am Vegetationspunkt sind zwei junge Fiedern als kleine Höcker aufgetreten; die beiden nächsten Fiederpaare haben sich dann durch hyponastisches Wachsthum über den Scheitel des Blattes gelegt und bilden so einen Schutz der jüngeren Anlagen, wie bei der Knospe einer Blüthenpflanze; durch epinastisch gefördertes Wachsthum schlagen sie sich später zurück.

Fig. 18 b ist die Spitze einer älteren Fieder, bei welcher das Fehlen einer besonderen Wandverdickung an der Spitze auffällt.

10. *C. taxifolia* Ag.

Findet sich in Westindien verbreitet, ward aber auch an den Küsten von Ceylon, den Sandwichsinseln und Florès gesammelt.

Fig. 19. *C. taxifolia* (½).

Die Art steht der *C. pinnata* sehr nahe, sie unterscheidet sich durch den schlankeren Habitus und die viel zahlreicheren, schmalen, nach der Basis zu in der Regel noch etwas verschmälerten Fiedern. Die Assimilatoren können eine beträchtliche Länge erreichen und sind häufig weit mehr verzweigt, als das in Fig. 19 gezeichnete mittelgrosse Exemplar. Der Vegetationspunkt wachsender Assimilatoren ist durch die stark hyponastischen jüngsten Fiedern in ähnlicher Weise geschützt, wie bei *C. pinnata* var. *mexicana*. —

Bei W. v. B. folgt hier die interessante, mir leider unzugänglich gebliebene *C. falcifolia* von den Freundschaftsinseln, Tongatabu und Neuholland. Dieselbe unterscheidet sich von *C. taxifolia* durch sehr dicht stehende, theils alternirende, theils Wirtel bildende, nicht auf zwei Zeilen beschränkte, sondern in drei oder vier Zeilen stehende Fiedern. Die Assimilatoren stellen somit einen Uebergang dar zwischen Blatt und Spross; denn diejenigen von *C. taxifolia* sind als einfach gefiederte Blätter zu bezeichnen.

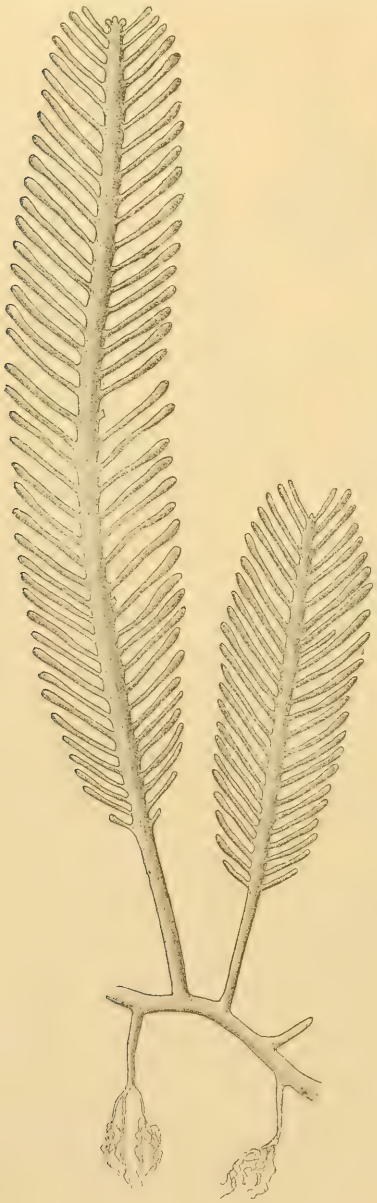


Fig. 20. *C. Ashmeadi* (½). [Kopirt nach Harvey.]

11. *C. Ashmeadi* Harv.

Scheint eine seltene, auf die Küsten von Florida beschränkte Art zu sein. Sie zeichnet sich innerhalb der Gruppe durch ihre Grösse aus, die an sich schon als spezifisches Merkmal betrachtet werden darf und den eigenartigen Habitus der Art mitbedingt. Die in einer Ebene liegenden, gewöhnlich gegenständigen Fiedern sind cylindrisch, dabei aber gegen die Spitze hin allmählich keulenförmig verdickt und hier stumpf abgerundet; dies ist das wichtigste Merkmal der Art.

C. Ashmeadi wird von Harvey, J. Agardh und Weber van Bosse in die unmittelbare Nähe von *C. plumaris* und damit in diese Gruppe gestellt. Ich will an diesem Platze im System nichts aussetzen, mache aber schon hier darauf aufmerksam, was später ausführlicher erörtert werden soll, dass sie durch ihre keulenförmigen Fiedern morphologisch sich entschieden der zu Agardh's Sektion der *Sedoideae* gehörigen *C. racemosa* nähert.

Da in den von mir benutzten Sammlungen Exemplare dieser Art nicht vorhanden waren, so wurde in Fig. 20 ein Theil von Harvey's Originalabbildung (Nereis Boreali-Americana Taf. 38) reproducirt.

12. *C. plumaris* Ag.

Findet sich in mancherlei Formen in allen tropischen Meeren. In Fig. 21 ist eine typische Form gezeichnet, an welcher die langen, meistens erst an der Spitze sich verzweigenden Wurzeln

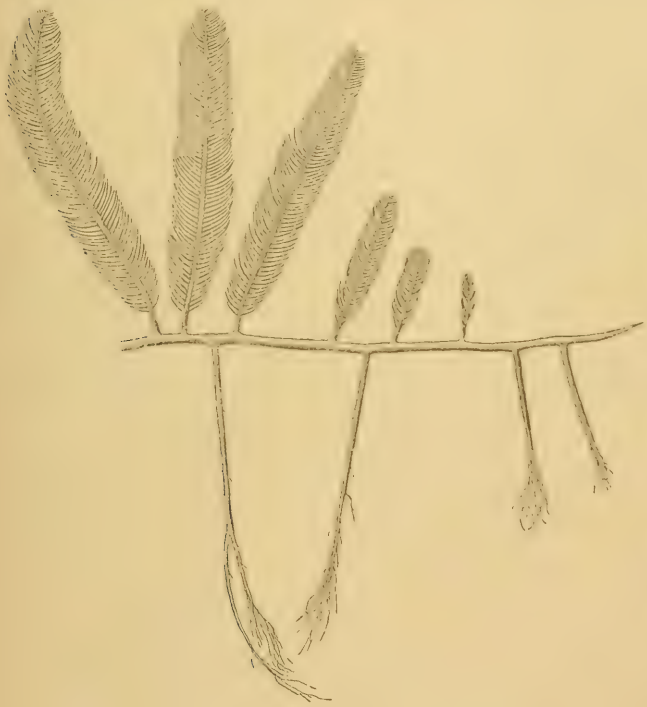


Fig. 21. *C. plumaris* (½).

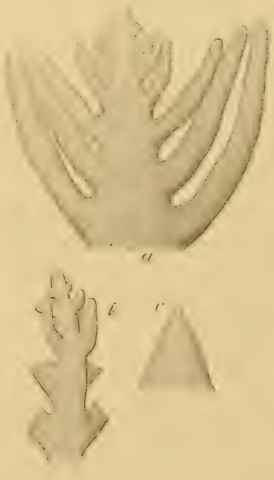


Fig. 22. *C. plumaris;* a wachsende Spitze eines zweizeilig gefiederten Blattes ($\frac{2}{1}^{0}$); b Spitze eines Blattes mit unregelmässig mehrzeiligen Fiedern ($\frac{2}{1}^{0}$); c Spitze einer alten Fieder ($\frac{7}{1}^{5}$).

auffallen. Die zarten Fiedern stehen überwiegend opponirt, hier und da aber auch abwechselnd; sie sind cylindrisch wie der Blattstiel, während die Spindel, welcher die Fiedern entspringen, mir wenigstens bei der typischen Form ein wenig abgeplattet zu sein scheint; doch stand mir

Spiritusmaterial nicht zu Gebote. Die ausgewachsenen Fiedern sind zugespitzt, in der Spitze ist die Zellwand etwas stärker verdickt (Fig. 22 c).

W. v. B. hat von dieser Art eine *f. Farlowi* unterschieden, die an sehr verschiedenen Standorten gefunden wurde, und bei der die Fiedern bald in zwei, bald in drei und mehr Zeilen angeordnet sein können, dabei bald opponirt bald alternirend; dass diese Form aber zu *C. plumaris* gehört, wird dadurch bewiesen, dass Assimilatoren mit zweizeiligen und solche mit mehrzeiligen Fiedern demselben Rhizom entspringen können. Dies ist aus verschiedenen Gründen von grossem Interesse. Einmal zeigt es, wie leicht, selbst durch blosse Stockvariation, ein bilateraler Assimilator (Blatt) in einen radiären (Spross) überzugehen vermag; dass das Merkmal der Zweizeiligkeit daher, wenigstens in gewissen Formenkreisen, systematisch nur ein untergeordnetes sein kann, so erheblich es morphologisch zu sein scheint. Es zeigt aber auch, wie unsere sprachlich festgelegten Begriffe in der Natur doch flüssig sein können; denn wie ausschliessend pflegt man sonst Blatt und Spross, bilateralen und radiären Bau einander gegenüberzustellen. Trotzdem scheue ich nicht davor zurück, bei den Arten von *Caulerpa* die Begriffe Spross, Stengel und Blatt nach der Analogie mit den „höheren" Pflanzen in Anwendung zu bringen, während W. v. B. hervorhebt, sie sorgfältig vermieden zu haben und dafür stets nur die Bezeichnung „fronde" und „ramule" zu gebrauchen.

Man könnte die radiären Assimilatoren von *C. plumaris* als seltener vorkommende Pelorien der bilateralen betrachten. In Fig. 22 a ist der Vegetationspunkt eines noch im Längenwachsthume begriffenen bilateralen Assimilators gezeichnet. Die Fiedern entstehen paarweise und opponirt, die Spindel macht einen etwas abgeplatteten Eindruck. Fig. 22 b ist dagegen der Vegetationspunkt eines Assimilators, an dessen älterem Theile die Fiedern nach verschiedenen Seiten gerichtet waren. Dieser Uebergang in das Radiäre gelangt in der Zeichnung nicht nur in der Stellung der jungen Anlagen, sondern auch in der offenbar cylindrischen Spindel zum Ausdruck.

Endlich sei noch hervorgehoben, dass an wachsenden Assimilatoren die jüngeren Fiedern durch hyponastische Krümmung einen ähnlichen Schutz des Vegetationspunktes ausüben können, wie bei *C. pinnata mexicana* (Fig. 18 a), um sich später durch Epinastie gerade zu strecken; dass ich aber auch Blätter fand — und Fig. 22 a ist ein Beispiel dafür —, bei denen solche Ueberwölbung unterblieb, der entsprechende Schutz also nicht gewährt wurde.

Fig. 23. *C. Selago* (½).

13. *C. Selago* Ag.

Wurde nur im Rothen Meer und auf Neuguinea gefunden. Die *C. plumaris f. Farlowi* bot W. v. B. Veranlassung, *C. Selago* mit jener Art in einer Gruppe zu vereinigen; ich werde später Gelegenheit finden, meine abweichende Ansicht zu begründen.

C. Selago besitzt ein nacktes Rhizom und aufrechte, assimilirende Sprosse, die mit allseits stehenden,

kurzen, cylindrischen, nadelförmigen Blättern dicht bedeckt sind. Diese Blätter stehen zerstreut und sind lang zugespitzt. In Figur 23 a ist eine Pflanze mit einfachen Sprossen, in b ein verzweigter Assimilationsspross gezeichnet: rechts bemerkt man den Vegetationspunkt des Rhizoms, nach links folgt die höckerförmige Anlage eines Sprosses (noch ohne Blattanlagen), dann ein ganz junger, bereits dicht beblätterter Spross, darauf zwei ältere Assimilatoren.

Der terminale Vegetationspunkt der Sprosse ist dicht von den ihn umwölbenden älteren, doch noch nicht ausgewachsenen Blättern eingehüllt (Fig. 24 a); in Fig. 24 b ist die Spitze eines alten Blattes mit der charakteristischen Zellwandverdickung dargestellt. —

Fig. 24. *C. Selago:* a Sprossspitze (²⁰/₁); b alte Blattspitze (⁷⁰/₁).

Die Arten von *C. scalpelliformis* bis *C. Selago* bilden bei W. v. B. die Reihe der *Filicoideae*.

14. *C. alternifolia* J. Ag.

Wächst in Südaustralien. Ich sah nur lockere, von Assimilatoren gebildete Rasen; ein verzweigter Spross ist in Fig. 25 gezeichnet; nach W. v. B. soll ein zartes, nacktes Rhizom vorhanden sein. Im unteren Theile des Sprosses alterniren die Blätter gewöhnlich und sind zweizeilig, während sie im oberen Theile häufiger einander gegenüberstehen und auch drei- bis mehrzeilig werden. Agardh stellte diese Art in die Nähe der *C. remotifolia*, wies aber auch auf Uebereinstimmendes mit *C. trifaria* hin, mit der W. v. B. sie zusammenstellt; die von letzterer gegen die Verwandtschaft mit *C. remotifolia* geltend gemachten Bedenken (l. c. S. 298) haben mich darum nicht überzeugt, weil sie Merkmale betreffen, die bei anderen zweifellos nahe verwandten Arten verschieden ausfallen können.

Fig. 25. Verzweigter Assimilator von *C. alternifolia*. (½.)

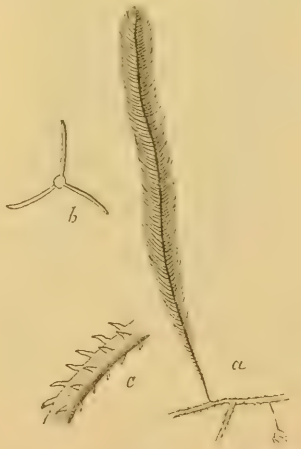


Fig. 26. *C. trifaria:* a Stück einer Pflanze (½); b Querschnitt des Assimilators, schematisch; c. Rhizom (½).

15. *C. trifaria* Harv.

Südküste Neuhollands und Tasmanien. Die Art ist ausgezeichnet durch ein reich verzweigtes, an der Oberfläche des Substrates umherkriechendes, mit kleinen, dem unbewaffneten Auge als Zacken erscheinenden Niederblättern besetztes Rhizom (Fig. 26 a und c), aus dem sich die schlanken, mit feinen cylindrischen Fiederästen, beziehungsweise Blättern besetzten Assimilatoren erheben. Die getrockneten Exemplare der Herbarien besitzen Aehnlich-

keit mit denen von *C. plumaris*, und Agardh hat sie auch mit dieser Art in eine Gruppe zusammengestellt. Allein die Untersuchung ergiebt, dass die Fiedern oder vielmehr Blätter nicht in zwei, sondern in drei, genau nach der Divergenz $\frac{1}{3}$ stehenden Zeilen an der Axe des Assimilators angeordnet sind. Auf dem schematisirten Querschnitt der Fig. 26b wurde dies zum Ausdruck gebracht, doch auch schon in der Habituszeichnung angedeutet. Ich bin der Meinung, dass die interessante Art wegen der Niederblätter des Rhizoms *C. plumaris* mit *C. obscura* verbindet.

16. *C. Harveyi* F. v. Müll.

Auch diese Art bewohnt die Südküsten Neuhollands; sie steht der *C. trifaria* jedenfalls nahe, nur sind die Blätter am Assimilator normal in 5, ausnahmsweise in 4 oder 3 Zeilen angeordnet.

Fig. 27. *C. Harveyi* ($\frac{1}{1}$).

In Fig. 27 ist ein Stück des nackten, d. h. blattlosen Rhizoms mit ein paar Wurzeln gezeichnet, aus dem sich ein einfacher und ein getheilter Assimilations-Spross erheben; der untere Theil dieser Sprosse ist blattlos, dann werden zunächst einige kurze Niederblätter gebildet, die schnell in die längeren Laubblätter übergehen. Stengel wie Blätter der Assimilatoren sind cylindrisch.

Der Vegetationspunkt einer jungen, im Längenwachsthum begriffenen Sprossspitze wird von den eingekrümmten jungen Blättern knospenartig überwölbt, was Fig. 28a zur Darstellung bringt. Diese Blätter biegen hierbei ihre Spitzen nicht nur mit auffallend kleinem Krümmungsradius um, sondern es hat auch den Anschein, als würden die Blattspitzen von der Stengelspitze chemotropisch

Fig. 28. *C. Harveyi;* a Vegetationspunkt eines Assimilators ($\frac{20}{1}$); b Spitze eines alten Blattes ($\frac{5}{1}$).

angezogen. Die Spitze eines alten Blattes ist in Fig. 28 b gezeichnet, um die beträchtliche Wandverstärkung zu zeigen.

Noch sei hervorgehoben, dass ich an besonders kräftigen Exemplaren die Basis des Assimilators durch Strikturen gegliedert sah, wie es auch Kützing abbildet (Tab. phyc. VII, Taf. 12a).

17. *C. obscura* Sond.

Die schöne und interessante Art findet sich in Südaustralien. Sie tritt in zwei Formen auf, der *f. typica* (Fig. 29) und der *f. Sonderi* (Fig. 30), die hauptsächlich durch Grösse und Gestalt der Blätter von einander abweichen.

C. obscura unterscheidet sich von der Mehrzahl der bisher betrachteten Arten sehr wesentlich dadurch, dass das Rhizom von kurzen Blattgebilden bedeckt ist, die auch seinen Vegetationspunkt knospenförmig einhüllen, und die als Niederblätter zu bezeichnen sind. Sie stimmt darin mit *C. trifaria* überein. Wegen dieser Niederblätter am Rhizom ist es mir zweifelhaft, ob Agardh und W. v. B. mit Recht *C. obscura* neben *C. Harveyi* gestellt haben; ich möchte glauben, dass sie in eine andere Verwandtschaft gehört, und werde darauf zurückkommen.

Fig. 29. *C. obscura* var. *typica* (½).

Die Niederblätter des Rhizoms (vergl. Kützing, Tab. phyc. VII. Taf. 7 und 17) sind angedrückt, zugespitzt cylindrisch mit zwiebelförmig verdickter Basis und theilweise gabelspaltig. Sie stehen zerstreut. Der untere Theil der Assimilatoren ist von ebensolchen Niederblättern bedeckt, dann folgen die gefiederten Laubblätter, deren Gestalt besonders an der Abbildung der *f. Sonderi* deutlich hervortritt; sie tragen zweizeilige, meist alternirende Fiedern, die bei *f. Sonderi*

Fig. 30. *C. obscura* var. *Sonderi* (½).

lang und abstehend, bei *f. typica* kürzer und angedrückt sind. Auch die Laubblätter stehen allseitig zerstreut um die Axe des Assimilators. Die morphologische Gleichwerthigkeit der Niederblätter und der gefiederten Laubblätter ergiebt sich aus der Uebergangsregion der Assimilatoren. *C. obscura* var. *Sonderi* erinnert im Habitus an *Hottonia palustris*.

Fig. 31. *C. obscura typica;* a Spitze eines jungen Assimilators ($\frac{2}{1}^0$); b Spitze eines noch wachsenden Blattes ($\frac{2}{1}^0$).

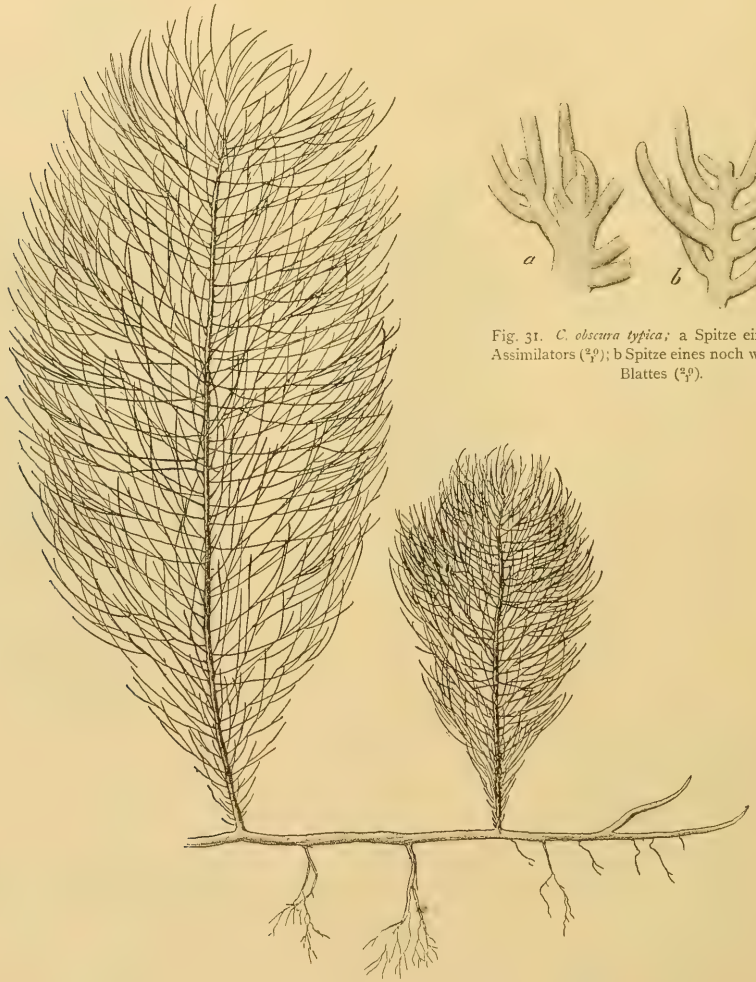


Fig. 32. *C. Ceylonii* ($\frac{1}{1}$).

In Fig. 31 a ist die Spitze eines wachsenden Sprosses mit noch ganz jungen Blättern am Vegetationspunkt von *f. typica* gezeichnet, links ein junges Laubblatt; in Fig. 31 b die Spitze eines gleichfalls noch wachsenden, doch etwas älteren Laubblattes.

18. *C. Cliftoni* Harv.

Die stattliche, im Habitus an *Ceratophyllum* erinnernde Pflanze wächst an der Südküste Neuhollands. Das in Fig. 32 gezeichnete Exemplar zeigt ein nacktes, bewurzeltes, an der Spitze gegabeltes Rhizom, dem zwei Assimilationssprosse entspringen, die allseitig stehende, haarfeine, gabelig getheilte Laubblätter tragen; diese sind an der Basis des Sprosses niederblattartig reduzirt. Die dichtere Stellung der Blätter am jüngeren der beiden Sprosse, die ich auch an anderen Exemplaren fand, scheint darauf hinzuweisen, dass neben dem Spitzenwachsthum dess Sprosses auch noch eine andauernde, nachträgliche, intercalare Verlängerung des Stengels stattfindet.

W. v. B. hat einige Exemplare gesehen, deren Rhizom vereinzelte, kurze, konische „*ramules*" trug; mir sind solche Gebilde nicht vorgekommen und möchte ich sie daher für abnorm halten. —

Die Arten: *C. alternifolia, trifaria, Harveyi, obscura* und *Cliftoni* bilden bei W. v. B. die Serie der *Hippuroideae.*

19. *C. Lycopodium* Harv.

Die Art wächst an den Küsten Westindiens und Floridas, in einer zarteren Form auch an der Westküste Neuhollands

In Fig. 33 und 34 sind zwei etwas verschiedenartige Exemplare der Pflanze, beide von Florida stammend, gezeichnet. Das Exemplar der Fig. 33

Fig. 33. *C. Lycopodium* (½).

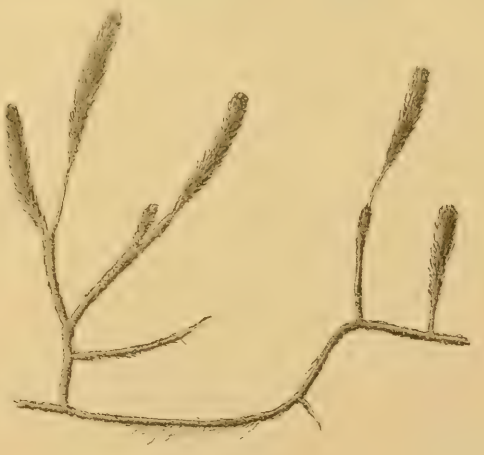


Fig. 34. *C. Lycopodium* (½).

zeigt ein horizontales, rechts in den langzugespitzten Vegetationspunkt auslaufendes Rhizom, das nach unten eine Anzahl Wurzeln, nach oben drei Assimilationssprosse entsendet. Zwei Centimeter weit hinter dem Vegetationspunkte ist die Oberfläche des Rhizoms ganz glatt, dann aber ist sie allseitig mit einem wolligen Filz kurzer, büschelig verzweigter Wurzelhaare oder Haarwurzeln bedeckt, die in ganz derselben Ausbildung auch den unteren, blattlosen Theil der Assimilatoren umhüllen. In Fig. 35 b ist ein solches Haarbüschel vergrössert gezeichnet, es stellt eine zweite Form von Wurzeln, mikroskopische Wurzeln im Gegensatz zu den makroskopischen, dar. Der untere Theil der Pflanze muss in schlammigem Kreidegrund wuchern, denn die Haarwurzeln der Herbarpflanzen halten viele kleine Kreidestückchen fest, mit denen ihre abgeplatteten und ausgerandeten Enden verwachsen sind. Die Assimilatoren tragen oberwärts einfache, dicht gedrängte, zerstreut stehende, nadelförmig-zugespitzte, cylindrische Blätter, die an der Sprossspitze eine ähnliche Krümmung gegen den Vegetationspunkt des Stengels zeigen, wie bei *C. Harveyi* (Fig. 35 a). An den älteren Blättern strecken die Spitzen sich gerade und zeigen hier eine beträchtliche Wandverdickung.

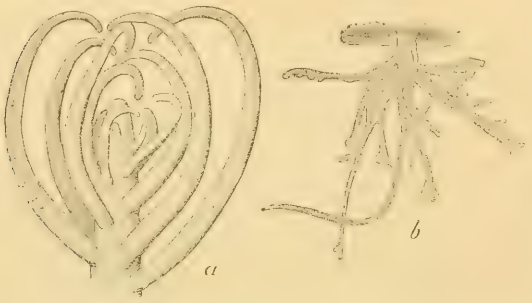


Fig. 35. *C. Lycopodium;* a Vegetationspunkt eines Assimilators ($\frac{20}{1}$); b Büschel von Haarwurzeln ($\frac{7}{1}$).

Die zweite, in Fig. 34 abgebildete Pflanze besitzt gar keine makroskopischen Wurzeln, wenn nicht die rechts am Rhizom nach unten entspringende Auszweigung der Anfang einer solchen ist; wahrscheinlich ist es aber ein Adventivast des Rhizoms, der eine Erweiterung des letzteren bildet. Dafür haben einige nach unten gerichtete Haarwurzeln des Rhizoms sich beträchtlich flockenartig verlängert. Von den drei Assimilatoren ist der rechts stehende ganz einfach, der mittlere hat aus dem Scheitel einen Verjüngungsspross getrieben, dessen unterer Theil auch blattlos und nur mit Wurzelhaaren bedeckt ist; das darunter stehende Stockwerk des Sprosses zeigt sehr kurze Blätter, vielleicht ist die Innovation nur erfolgt, weil der betreffende Theil der Pflanze nachträglich mit Kalkschlamm bedeckt wurde. Der links stehende Assimilator hat sich in seinem blattlosen Theile mehrfach verzweigt, vielleicht auch in Folge von Schlammbedeckung, und stellt daher eine Art von Rhizomerweiterung dar; einer seiner Aeste, der sich in einen blattlosen Vegetationspunkt zuspitzt, hat sich auch horizontal gewendet, und ist sicher als Anfang eines Rhizomastes anzusehen, so dass auch bei dieser Art, wie z. B. bei *C. Webbiana*, Assimilatorenäste zu Rhizomen werden können.

Haarwurzeln, die mit denen von *C. Lycopodium* verglichen werden können, finden sich sonst nur noch bei *C. pusilla,* wo sie oben besprochen worden sind. (Vergl. Fig. 7 S. 8.)

Trotz des Vorhandenseins dieser Haarwurzeln und der abweichenden Bildung der Terminalknospe der Sprosse möchte ich doch glauben, dass *C. Lycopodium* mit *C. Selago* nahe verwandt ist.

20. *C. Brownii* Endl.

Wächst an der Süd- und Ostküste Neuhollands, auf Neuseeland und Tasmanien.

Das Rhizom ist von kurzen, einfachen Blättern bedeckt. Die Assimilatoren sind einfach oder verzweigt und dicht bedeckt mit nadelförmigen, im oberen Theile des Sprosses meist gabelförmig getheilten, zugespitzten Blättern (Fig. 36). In Fig. 37 ist der Vegetationspunkt eines noch ganz jungen Assimilators gezeichnet.

Wegen der mit Niederblättern bedeckten Rhizome bin ich geneigt, an eine engere Verwandtschaft dieser Art mit *C. obscura* zu glauben. Bei W. v. B. bilden *C. Lycopodium* und *C. Brownii* zusammen die Serie der *Lycopodioideae*.

Fig. 36. *C. Brownii* (½).

Fig. 37. *C. Brownii*; Vegetationspunkt eines Assimilators (⁷⁵/₁).

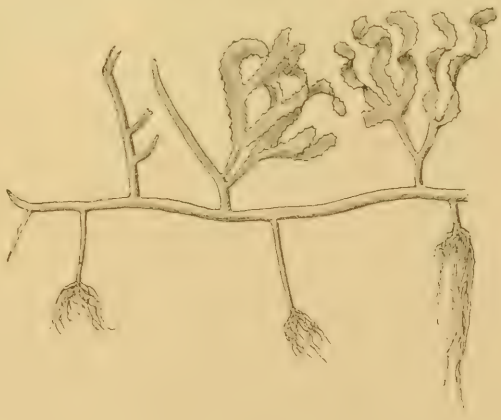


Fig. 38. *C. Freycinetii*, var. *typica* (½).

21. *C. Freycinetii* Ag.

Geographische Verbreitung: Rothes Meer, Marianen, Guadeloupe, Freundschaftsinseln, Ostindien, Neucaledonien.

Die Art ist sehr formenreich, ich beschränke mich aber auf die Berücksichtigung der var. *typica* (Fig. 38) und der var. *integerrima* (Fig. 39).

Die typische Form besitzt ein robustes, weit umherkriechendes, nacktes Rhizom; doch fand ich an einzelnen Exemplaren hier und da kleine stachelartige Auswüchse, die indessen gewöhnlich fehlen. In unserer Abbildung befindet sich links der Vegetationspunkt, nahe dem eine noch unverzweigte Wurzel hervorgesprosst ist; ausserdem sind drei ausgebildete Wurzeln vorhanden, die sich erst an der Spitze büschelig verzweigen. Dies kommt bei verschiedenen Caulerpen vor, und wenn die unverzweigten Theile, die Stiele der Wurzelbüschel, eine so verschiedene Länge besitzen, wie in Fig. 38, so rührt dies vielleicht daher, dass das Rhizom über unebenes Gestein hinwegkroch, und die Wurzeln erst bei der Berührung des Bodens sich verzweigten. — Nach oben erheben sich drei Assimilatoren, von denen der linke unfertig, der mittlere halbfertig, der rechte ganz ausgebildet ist. Stellt man die Frage: Spross oder Blatt? so kann kein Zweifel obwalten, dass man den Assimilator von *C. Freycinetii* ein Blatt nennen wird; dasselbe besitzt dann einen oft wiederholt gabelig getheilten, rundlichen Stiel und lineale, gezähnte, nicht selten gedrehte, auch ihrerseits gewöhnlich noch gegabelte Spreitentheile. Die einzelnen Blattabschnitte haben Spitzenwachsthum, und zwar werden sie, soweit man das an getrocknetem Materiale erkennen kann, erst als nahezu cylindrische Gebilde angelegt, die dann unter Abplattung in die Breite wachsen. Es gesellt sich somit zum Spitzenwachsthum der einzelnen Abschnitte noch eine ausgiebige intercalare Verbreiterung.

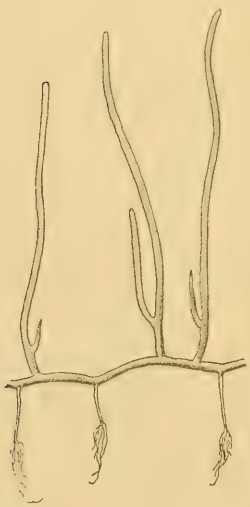


Fig. 39. *C. Freycinetii* var. *integerrima* (½).

Das in Fig. 39 gezeichnete Bruchstück der var. *integerrima* zeigt ausser drei Wurzeln drei Blätter, von denen nur das mittlere ausgewachsen ist: auf einem cylindrischen Stiel steht eine abgeplattete, lineale, ganzrandige Spreite, die links eine kürzer bleibende Auszweigung getrieben hat. Bei den beiden anderen Blättern ist die längere Hälfte der Spreite auch ausgewachsen, die kürzere spitzt sich indess noch in einen konischen Vegetationspunkt zu, wie solche Vegetationspunkte auch bei Fig. 38 an allen Auszweigungen des jüngsten und bei dem linken Abschnitt des mittleren Blattes hervortreten. Es scheint mir unverkennbar, dass diese var. *integerrima* eine gewisse Aehnlichkeit mit *C. flagelliformis* (Fig. 10, S. 11) besitzt.

22. *C. Bartoniae* Murr.

Küsten von Südafrika. Die Pflanze besitzt grosse Aehnlichkeit mit *C. Freycinetii* var. *integerrima*, und wäre Letztere nicht ausschliesslich im Rothen Meere gefunden, ausserdem durch Uebergänge mit *C. Freycinetii f. typica* verknüpft, so würde man wohl eher geneigt sein, sie mit *C. Bartoniae* zu vereinigen.

Diese unterscheidet sich immerhin durch reicher verzweigte Assimilatoren (Fig 40), besonders aber dadurch, dass die flachen Aeste derselben an der Ursprungstelle häufig deutlich

verschmälert sind. Durch letzteren Umstand, sowie durch die bandförmige Gestalt erinnert *C. Bartoniae* auch ihrerseits an *C. flagelliformis* var. *ligulata*, deren Typus sie gewissermassen als reichverzweigte Miniaturform wiederholt. Da ausserdem beide Arten an den südafrikanischen Küsten wachsen, möchte ich Murray Recht geben, wenn er die von ihm aufgestellte Art mit *C. flagelliformis* in der Gruppe der *Zosteroideae* vereinigt, wohin Agardh übrigens auch die *C. racemosa* var. *Requienii* stellt, was zweifellos ein Irrthum ist.

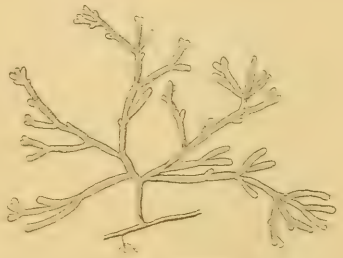


Fig. 40. *C. Bartoniae* (1/1).

23. *C. Urvilliana* Mont.

Unter diesem Namen werden von W. v. B. zwei Formen als var. *typica* und var. *Vitiensis* vereinigt, die ich nicht abgeneigt wäre, als besondere Arten anzusprechen; die Letztere wegen ihres konstanten, eigenartigen Habitus, während die Erstere der vielgestaltigen *C. Freycinetii* jedenfalls sehr nahe steht. Wie in anderen Pflanzengeschlechtern, so giebt es auch bei *Caulerpa* Formen, über deren Werth als scharf abgegrenzte Art stets alle einig sein werden, während bei anderen Formenkreisen jeder objektiv gültige Anhalt dafür fehlt, ob man Arten oder Varietäten oder noch weniger deutlich getrennte Formen unterscheiden soll.

Die var. *typica* mit breiterem Laube unterscheidet sich von der *C. Freycinetii* hauptsächlich dadurch, dass die Zähne nicht nur zweizeilig am Rande, sondern auch in drei und vier Zeilen vorkommen können. Sie wurde gefunden bei Dértoit de Torres, auf den Luciparen, an der Nordküste Neuhollands, auf den Carolinen, Neucaledonien, den Freundschaftsinseln.

Die var. *Vitiensis* wurde gesammelt auf den Vitiinseln und den Neuhebriden. Sie ist eine dicht gedrängt wachsende Rasenpflanze; dem entsprechend sind gewöhnlich in den Sammlungen nur Assimilatoren mit verletzter Basis vorhanden. Ich sah nur ein Exemplar mit einem Stück des horizentalen, nackten Rhizoms und einer Wurzel; es ist in Fig. 41 gezeichnet unter Weglassung der linken Hälfte des Assimilators. Derselbe ist wie bei *C. Freycinetii* als Blatt aufzufassen, zart, wiederholt gabelig getheilt. Die Form verhält sich zu *C. Freycinetii* etwa wie *C. remotifolia* zu *C. scalpelliformis*.

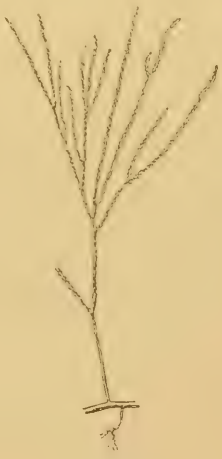


Fig. 41. *C. Urvilliana* var. *Vitiensis* (1/1).

24. *C. cupressoides* W. v. B.

Die Art wächst in einer schier erdrückenden Zahl von Formen in Westindien, von Florida bis Venezuela, doch auch auf den Canaren, in Ostindien, Neuholland und auf Inseln des grossen Oceans, ist also durch alle wärmeren Meere verbreitet. Indem ich bezüglich der zahlreichen Varietäten und Formen, die unterschieden worden sind, auf W. v. B.'s ausführliche Darlegungen

verweise, habe ich eine auf Guadeloupe gesammelte Form, die ich als mittleren Typus der vielgestaltigen Art ansehen möchte, ausgewählt und in Fig. 42 abgebildet. Um aber auch die wichtigeren Gestaltungsgegensätze zum Ausdruck zu bringen, wurde in Fig. 43 noch ein Bruchstück einer anderen Form hinzugefügt, die zur var. *mamillosa* gehören dürfte.

Was zunächst unsere Abbildung in Fig. 42 anlangt, so entspringen dem nackten Rhizome 5 Wurzeln, von denen die unmittelbar unter dem Vegetationspunkt entstandene die jüngste ist, und 4 Assimilatoren, deren jüngster der Vorletzte ist; er ist also nach der üblichen Bezeichnungsweise adventiv zwischen 1 und 3 eingeschoben. Das ist bei vielen Caulerpen keine Seltenheit; ist im Allgemeinen auch die Entstehungsfolge der Assimilatoren am Rhizom eine akroskope, so wird diese Regel doch keineswegs unverbrüchlich inne gehalten, sondern adventive Einschiebungen kommen bei den verschiedensten Spezies mehr weniger häufig vor.

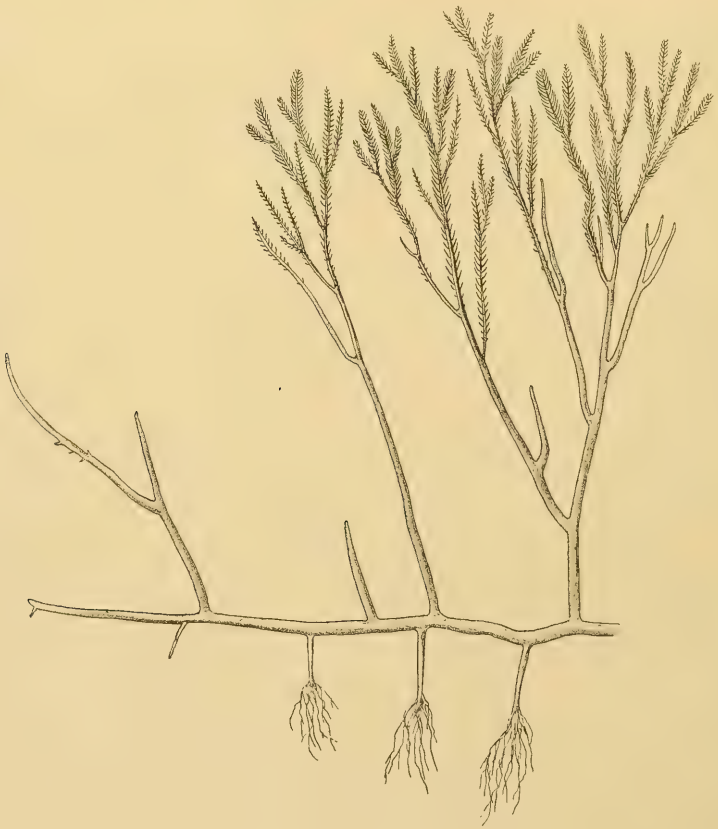


Fig. 42. *C. cupressoides* (½).

Die Assimilatoren von *C. cupressoides* sind unzweifelhaft den Assimilatoren von *C. Freycinetii* morphologisch gleichwerthig, dennoch nannte ich sie dort getheilte oder verzweigte Blätter und nenne sie hier verzweigte Sprosse. Es sind aber auch die Blätter von *C. cupressoides* den Zähnen des Blattrandes von *C. Freycinetii* gleichwerthig, den Zähnen, die bei gewissen Formen jener Art auch fehlen können. Vom Standpunkte einer ängstlichen Begriffsklauberei wird man diese Bezeichnung vielleicht verurtheilen; dennoch scheint sie mir die richtige, weil es mir widerstrebt, die Blätter von *C. cupressoides* Blattzähne oder Fiedern zu nennen, was besonders bei jenen Varietäten unangebracht wäre, bei denen diese Blätter in drei und mehr Zeilen stehen, wie bei der in unserer Fig. 43 abgebildeten Pflanze. Die Sache liegt eben so, dass wir in der Pflanzenwelt gewisse konstante Formen finden und darauf Begriffe und Namen gründen, wie z. B. Stengel und Blatt, Diese Begriffe suchen wir dann im weitesten Umfange auf andere Pflanzenformen anzuwenden, was seine volle Berechtigung hat. Wenn nun bei den Blüthenpflanzen Stengel und Blatt ohne Uebergangsgebilde scharf getrennt sind, so ist das bequem und angenehm. Wenn dagegen bei *Caulerpa* ein unzweifelhaftes Blatt, wie z. B. bei *C. prolifera*, mit einem ebenso unzweifelhaften Spross, wie bei *C. Selago,* durch alle möglichen Uebergänge verknüpft ist, so ist das wenigstens einer pedantischen Nomenclatur unangenehm und unerwünscht. Ich finde aber, man braucht kein Pedant zu sein, und braucht es daher nicht als unangenehm zu empfinden; braucht der Schwierigkeit, die in der Bezeichnung liegt, deshalb auch gar nicht durch einen neutralen Ausdruck auszuweichen. Denn wenn wir in der Natur Uebergänge zwischen morphologischen Kategorien finden, so muss dies im Grunde für jeden, der die Descendenzlehre annehmbar findet, eher erfreulich sein, als umgekehrt.

Betrachten wir nun den Aufbau der Assimilatoren in Fig. 42. Der Vierte derselben ist nahezu vollendet, er zeigt einen im unteren Theile nackten, cylindrischen, wiederholt gabelig getheilten Stengel, an dessen oberen Zweigen die kleinen Blätter überwiegend in zwei, theilweise aber auch in drei Zeilen angeordnet sind. Die Verzweigung beruht keineswegs auf Dichotomie, sondern auf seitlicher Auszweigung der Hauptaxe, und dabei scheint die Zweigbildung nicht in akroskoper, sondern in basiskoper Richtung vor sich zu gehen, d. h. die untersten Zweige sind die jüngsten, die relativen Hauptaxen bewahren sich also auch nach Vollendung ihres Längenwachsthums, was sicher der Hauptsache nach auf Spitzenwachsthum beruht, die Fähigkeit, Seitenaxen hervorzutreiben, die man ihres geregelten Auftretens wegen wohl kaum als Adventiväste bezeichnen darf. An diesen Aesten des Stengels entspringen dann die Blätter als kleine seitliche Höcker, und zwar, wie der dem Vegetationspunkte zunächst stehende, erst einmal getheilte Assimilator zeigt, in beträchtlicher Entfernung von der Spitze des betreffenden Astes, dessen Spitze sie sich dann mehr und mehr nähern. Zuletzt findet man junge Blattanlagen ganz nahe am Vegetationspunkte, indessen wird derselbe niemals davon überwölbt und geschützt. Die Spitzen älterer Blätter zeigen eine allmählig zunehmende Wanddicke.

Fig. 43. *C. cupressoides* var. *mamillosa* (½).

Bei der in Fig. 43 abgebildeten var. *mamillosa* sind die Blätter kürzer, warzenförmig und stehen gewöhnlich in fünf Zeilen dicht gedrängt um die Axe.

Auf diese Art folgt bei W. v. B. *C. Lessoni* Bory von den Carolinen, Port Mackay und Ostindien; sie dürfte aber kaum vom Formenkreise der *C. cupressoides* zu trennen sein.

25. *C. plumulifera* Zan.

Wurde auf Ceylon und den Freundschaftsinseln gesammelt. Eine mit ihren Assimilatoren dichte Rasen bildende Pflanze, wovon Fig. 44 das grösste mir zugängliche Bruchstück darstellt; W. v. B. bildet auch ein kleines Stück des nackten Rhizoms ab (Taf. 31, Fig. 3). Die Blätter stehen regelmässig zweizeilig; in Fig. 45 ist eine junge, noch wachsende Sprossspitze abgebildet, bei welcher der Vegetationspunkt genau so erscheint, wie bei entsprechenden Zweigspitzen von *C. cupressiformis*.

Fig. 44. *C. plumulifera* (½).

Fig. 45. Spitze eines Astes von *C. plumulifera* ($\frac{20}{1}$).

Ich muss gestehen, dass ich keinen rechten Grund sehe, um die *C. plumulifera* specifisch von *C. cupressoides* zu scheiden, zumal dem Merkmale, ob die Blätter nur in zwei oder manchmal auch in drei und mehr Zeilen vorkommen, kein grosses Gewicht innerhalb dieser Gruppe von Arten beigelegt werden kann.

Ein gleiches möchte ich von *C. distichophylla* Sond. annehmen, mit der W. v. B. die Reihe der *Thuyoideae* beschliesst, und die an der Westküste Neuhollands gesammelt wurde. Ich kann auch sie nur für eine Form von *C. cupressoides* halten. Wollte man die letztgenannten drei Arten aufrecht erhalten, so könnte man auch verschiedene andere Varietäten von *C. cupressoides* zu Arten erheben. Vielleicht wird man später einmal diesen Kreis in Dutzende von Species auflösen, was aber den Artspaltern der Zukunft überlassen bleiben möge.

Die *Thuyoideae* sind sicher eine der natürlichsten Artgruppen von *Caulerpa*; nur möchte ich meinerseits bloss drei Species derselben unterscheiden, von denen die erste umfassen würde *C. Freycinetii* var. *integerrima* und *C. Bartoniae*, die zweite *C. Freycinetii* var. *typica* und *C. Urvilliana*, die dritte *C. cupressoides*, *Lessoni*, *plumulifera* und *distichophylla*.

26. *C. hypnoides* R. Br.

Findet sich in mehreren Formen an den Küsten des südlichen Neuhollands, Neuseelands und Tasmaniens. Dass W. v. B. eine Anzahl bisher unterschiedener Arten in diese eine Species zusammenzog, scheint mir durchaus begründet zu sein.

Als die beiden Hauptformen erscheinen mir die var. *typica*, bei der man deutlich die Axe der Seitensprosse des Assimilators zwischen den locker stehenden Blättern sieht, und die var. *Mülleri*, bei der die Blätter so dicht und angedrückt stehen, dass man die Axe nicht sieht; die erste Spielart ist in Fig. 46, die letztere in Fig. 50 gezeichnet.

Wenden wir uns zunächst der var. *typica* und unserer Abbildung in Fig. 46 zu. Aus dem horizontalen Rhizome entspringen unterseits Wurzeln, nach oben ein zweizeilige Aeste (Kurztriebe) tragender und mit kleinen Blättern bedeckter Assimilationsspross. Das Rhizom ist nicht nackt, sondern ganz dicht mit senkrecht abstehenden Niederblättern bedeckt, wodurch ihm für das

unbewaffnete Auge ein sammtartiges Aussehen verliehen wird. Auch die Basis des Assimilators ist mit Niederblättern bedeckt, deren unterste denjenigen des Rhizoms gleichen, die aber ganz allmählich nach Grösse und Gestalt in die Laubblätter übergehen, die sowohl die Hauptaxe wie die Seitenaxen des Assimilators bedecken, die Hauptaxe verdeckend, die Seitenaxen sichtbar lassend.

In Fig. 47 ist bei Loupenvergrösserung der Uebergang der Niederblätter in die Laubblätter in Oberflächenansicht skizzirt. In Fig. 48e ist ein Rhizomquerschnitt im Zusammenhang mit dem Längsschnitt der Basis des Assimilators abgebildet; diese Figur zeigt aber noch etwas besonderes. Die Rhizome der Pflanze perenniren, während die Assimilatoren nach Beendigung der Vegetationsperiode abgestossen zu werden scheinen, dicht über der Basis. Dafür spricht die Thatsache, dass man an älteren Rhizomen nicht selten ganz kurze Stumpfe findet, deren Querschnitt durch eine nachträglich ausgeschiedene Zellwandplatte geschlossen ist. Einen Längsschnitt durch solch einen Stumpf zeigt Fig. 48e. Man erkennt daran, dass die ursprüngliche Wand an der Grenzfläche sich etwas nach einwärts zusammengezogen hat, während die von innen her neu abgeschiedene, kreisrunde Zellwandplatte sich von innen gegen jenen übergreifenden Rand der alten Zellwand gelegt hat, so einen dichten Wundverschluss bildend; die Dicke der neuen Zellwand ist die gleiche, wie die der alten.

Fig. 46. *C. hypnoides f. typica* (½).

Doch nun zu den Niederblättern, deren Stellung und

Fig. 47. *C. hypnoides;* Basis eines Assimilators ($\frac{1}{1}$).

Gestalt schon aus Fig. 48 e ersichtlich ist, noch besser aber auf dem Längsschnitt bei f derselben Figur hervortritt. Sie sind kurz und gedrungen, dabei vielfach gegabelt, zuletzt in immer feinere Spitzen gespalten; ihre Gestalt erinnert an die der Blätter von *C. Webbiana*. Ihre Zellwand, an der Basis von der Dicke der Rhizomwand, aus der sie entspringt, wird nach den Spitzen hin immer zarter; ein sehr feines Fasergerüst durchzieht das ganze Innere. Die Niederblätter entstehen dicht hinter dem abgestutzten Vegetationspunkt des Rhizoms und treten schützend über demselben hervor.

Die Laubblätter sind bedeutend länger, gewöhnlich zweispaltig, (Fig. 48 h) seltener einfach oder drei- und vierspaltig, dabei cylindrisch zugespitzt, meist etwas hakenförmig gebogen. In der äussersten Spitze zeigt sich eine geringfügige Verdickung der Zellwand, daneben aber häufig die interessante Thatsache, dass die äusserste Spitze durch eine dünne Querwand abgegliedert wird, wodurch strenge genommen die Einzelligkeit der Pflanze verloren geht, weil die abgegliederte Spitze auch noch Protoplasma enthält. In Fig. 48 b ist eine nicht getheilte, in derselben Figur c und d sind zwei getheilte Blattspitzen abgebildet.

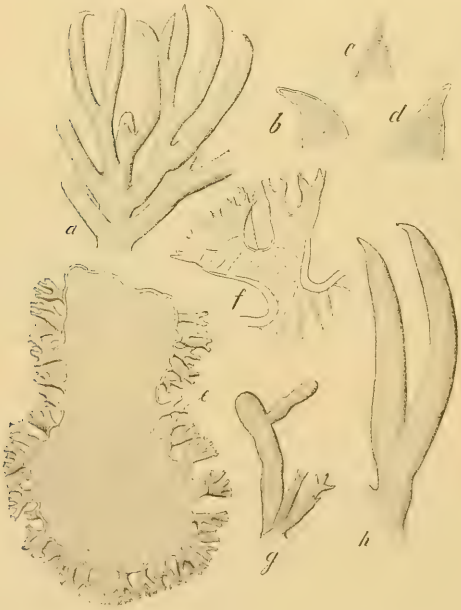


Fig. 48. *C. hypnoides*; a Vegetationspunkt einer Seitenaxe ($\frac{2}{1}$⁰); b, c, d, Blattspitzen ($\frac{7}{1}$⁰); e Schnitt durch ein Rhizom und die Basis eines früheren Assimilators ($\frac{1}{1}$⁰); f Längsschnitt durch ein Niederblatt des Rhizoms ($\frac{4}{1}$⁰); g verzweigte Haarwurzel, die an Stelle eines Theils eines Niederblattes aus dem Rhizom entsprang ($\frac{2}{1}$⁰); h Laubblatt ($\frac{2}{1}$⁰).

Mitunter finden sich auf der Spitze der Laubblätter noch einfache oder wiederholte Spitzengabelungen (Fig. 49 a b), die wie eine Erinnerung an die Zertheilung der Niederblätter aussehen; in den Uebergangsblättern der Basalregion der Sprosse treten diese Bildungen noch mehr hervor.

Ferner mag erwähnt sein, dass aus dem Rhizom nicht selten an der Stelle eines Niederblattes oder eines Theils eines solchen verzweigte Wurzelhaare entspringen können (Fig. 48 g), deren Aeste gewöhnlich etwas keulenförmig angeschwollen sind. Ich will nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass bei *C. Webbiana* ähnliches vorkommt.

In Fig. 48 a endlich ist der Vegetationspunkt einer wachsenden Seitenaxe mit einer ganz jungen Blattanlage und einem ausnahmsweise viertheiligen Blatte gezeichnet.

Schliesslich sei noch der Beobachtung gedacht, dass ich in einzelnen Laubblättern den plasmatischen Inhalt in zahlreiche, gleichgrosse Klumpen gesondert fand, als sollten Schwärmsporen gebildet werden; durch eine Querwand

war ein solches Blatt aber nicht abgegliedert. Auch ist nicht ausgeschlossen, dass jene Plasmaklumpen von einer *Chytridiacee* herrührten, wenn auch eine Oeffnung in der Wand nicht zu finden war. Da mir aber nur getrocknetes Material vorlag, dürfen aus solcher Beobachtung keine weitergehende Schlüsse gezogen werden. Entleerte Blätter habe ich trotz eifrigen Suchens nicht gefunden, sie allein würden mit einiger Sicherheit auf die Bildung von Schwärmsporen schliessen lassen.

Fig. 50. *C. hypnoides f. Mülleri* (½).

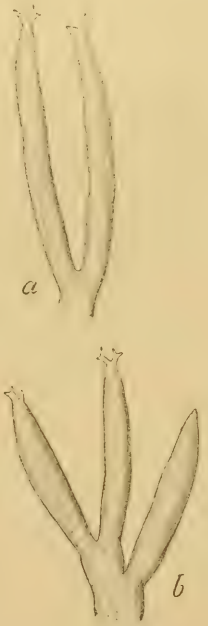


Fig. 49. *C. hypnoides;* a und b zwei Laubblätter mit gabelig getheilten Spitzen ($^{2}/_{1}$); [kopirt nach Kützing].

Die Zeichnung in Fig. 50 ist der var. *Mülleri* gewidmet. Aus dem mehrfach verzweigten Rhizom erheben sich ein paar junge und ein ausgewachsener Assimilations-Spross, ausserdem sind einige jener vernarbten Ansätze vorjähriger, abgebrochener Assimilatoren vorhanden, die oben ihre Besprechung fanden. Das Exemplar wurde aber noch aus einem besonderen Grunde gezeichnet, weil es nämlich nach rechts einen eigenthümlichen Ast getrieben hat, der die Mitte hält zwischen Rhizom und Laubspross. Er entspricht dem Rhizom, weil er niederliegt und einen aufrechten, in der charakteristisch-zweizeiligen Art verzweigten Assimilator gebildet hat; er gleicht dagegen den Assimilatoren durch die Beschaffenheit der Blätter. Auch hinsichtlich der Verzweigung hält dieser merkwürdige Spross zwischen einem Rhizom und einem Assimilator die Mitte.

In Figur 51 ist noch ein reich verzweigtes Rhizomgeflecht der var. *Mülleri* gezeichnet, aus dem sich verschiedene Assimilatoren vertikal erheben. —

C. hypnoides bildet bei W. v. B. allein die danach monotype Serie der *Araucarioideae*. Ich glaube, dass es richtiger sein wird, *C. trifaria*. *C. Webbiana*, *C. Brownii*, *C. hypnoides* und *C. obscura* in eine Gruppe zusammen zu stellen.

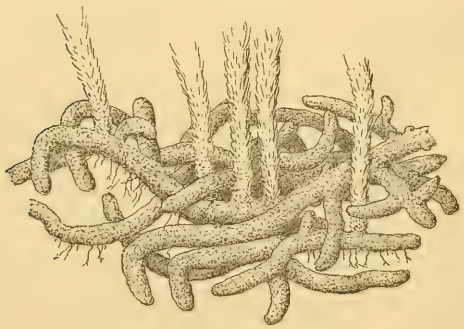


Fig. 51. *C. hypnoides f. Mülleri;* Rhizomgeflecht (½).

27. *C. paspaloides* Harv.

Diese vielleicht eigenartigste aller Caulerpen wurde in einer ganzen Reihe von Formen lediglich an den Küsten von Florida und Westindien gefunden. W. v. B. unterscheidet drei Varietäten: die var. *typica*, var. *Wurdemanni*, var. *laxa*.

In Fig. 52 ist ein Stück der var. *typica* abgebildet. Das Rhizom ist nackt, die Wurzeln müssen sich in Kreideschlamm entwickelt haben, denn an dem Exemplare waren ihre fasrigen Aeste durch Kreide zu einem einheitlichen, rübenförmigen Körper verbunden; bei der rechts stehenden Wurzel wurde die Struktur durch Beseitigung der Kreide deutlich gemacht.

Die Assimilatoren sind Sprosse, deren unterer, nackter Theil einfach bleibt, oder sich einmal und selbst wiederholt zu gabeln vermag; oberwärts spaltet er sich gewöhnlich in drei bis sieben gleichwerthige Aeste, die dicht mit beblätterten Kurztrieben besetzt sind. Die Kurztriebe stehen in 4 oder 5 Zeilen; sie sind dicht besetzt mit fiederspaltigen Blättern, die nach der Spitze hin kleiner und einfacher, zuletzt ganz einfach werden. (Vergl. Fig. 53 a.) Die Blätter entwickeln ihre Fiedern gewöhnlich nur nach einer Seite.

In Fig. 54 a und b sind die Spitzen zweier, noch nicht ausgewachsener, doch schon bei der Produktion der oberen einfacheren Blätter angelangter Kurztriebe gezeichnet, wenigstens deute ich die Präparate so, weil die betreffenden Sprosse noch ganz kurz waren und darum noch ganz jung zu sein schienen. Man bemerkt, dass die jüngsten Blätter seitlich am Vegetationspunkt der Axe entstehen, ein Schutz dieses Vegetationspunktes durch die etwas älteren Blätter scheint aber nicht gewährt zu werden.

Die Blättchen sind scharf zugespitzt; im ausgewachsenen Zustande sind der äussersten Spitze sehr stark verdickte Zellwandkappen aufgelagert. (Fig. 54 c.)

Fig. 52. *C. paspaloides* var. *typica* (½).

Uebrigens würde ich auch gar nichts dagegen einzuwenden haben, wenn man die von mir als Kurztriebe bezeichneten Theile der Assimilatoren lieber gefiederte Blätter nennen will.

Als *f. compressa* unterscheidet W. v. B. eine niedrige Pflanze, die durch die dicht kätzchenförmigen, kleineren Kurztriebe ein abweichendes Aussehen gewinnt. Vergl. Fig. 53 b.

Die var. *Wurdemanni* scheint sich hauptsächlich durch ein-

Fig. 53. *C. paspaloides;* a Kurztrieb der var. *typica* (1/1); b *f. compressa* (½); c Kurztrieb von var. *Wurdemanni* (3/1); d Assimilator der var. *laxa* (½). [a kopirt nach Bory de St. Vincent; b bis d kopirt nach Weber van Bosse].

Fig. 54. *C. paspaloides f. typica;* a und b Vegetationspunkte von Kurztrieben ($\frac{2}{1}^{0}$); c Spitzen eines älteren Blattes ($\frac{7}{1}^{5}$).

fache, einseitswendige Blätter zu unterscheiden. Vergl. Fig. 53 c.

Sehr abweichend ist die var. *laxa*, die mir, wie die beiden vorigen, unbekannt blieb. Nach W. v. B. sind die Aeste von sehr kleinen, fast wirteligen Kurztrieben umgeben, die kleine, einseitige, einfache Blätter tragen. Das nach einem Theil der Abbildung bei W. v. B. kopirte Habitusbild in Fig. 53 d ist wohl ziemlich schematisirt.

C. paspaloides repräsentirt allein die monotype Serie der *Paspaloideae,* die isolirt dasteht und deren Verwandtschaft unsicher bleibt. Die hierher gehörigen Pflanzen würden eine eingehende morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung nach frischem oder Alkoholmaterial lohnen, wozu die amerikanischen Botaniker vielleicht Gelegenheit finden, da sie bei Key West häufig sind. Ich möchte meinerseits nur noch hervorheben, dass ich bei diesem Typus eher geneigt wäre, mehrere Arten zu unterscheiden[1]), als sie alle in eine zusammenzuziehen, zumal W. v. B. S. 351 bemerkt, dass sie niemals Uebergangsformen sah, die die Formen *compressa* und *laxa* mit der var. *typica* verbänden. Wenn aber Harvey[2]) schreibt, dass zwischen der var. *typica* und var. *Wurdemanni* von ihm Mittelformen beobachtet wurden, und, da beide Varietäten durcheinander wüchsen, er sich nicht entschliessen könne, sie spezifisch zu trennen, so ist vom Standpunkte der Descendenztheorie daran festzuhalten, dass vorkommende Uebergänge nicht von der Unterscheidung von Arten unter allen Umständen zurückschrecken dürfen.

Alle noch erübrigende Arten werden von W. v. B. in die Reihe der *Sedoideae* vereinigt. Diese Arten repräsentiren wiederum einen grossen Formenreichthum und bieten eine Fülle interessanter morphologischer Thatsachen dar.

28. *C. racemosa* W. v. B.

Diese Art, welche zahlreiche Species der älteren Autoren umfasst, wird von W. v. B. in eine lange Reihe von Varietäten zerlegt; dazu bemerkt die ausgezeichnete Kennerin der Caulerpen das Folgende: [3])

„Dans l'espèce du *C. racemosa* j'ai reconnu plusieurs variétés qui pour la plupart correspondent aux espèces déjà décrites par d'autres auteurs, mais qu'il m'a semblé impossible de maintenir comme espèces, à cause de l'inconstance des caractères, et du grand nombre de formes transitoires. Dans chaque variété j'ai reconnu une ou plusieurs formes, car la variabilité des caulerpes à ramules clavéformes est immense, mais alors je craindrais d'encombrer la systématique d'une manière inutile et de décrire des individus isolés. Toutes ces formes

[1]) Allerdings unterlasse ich diese Trennung, weil ich nur Gelegenheit hatte, Material von *C. paspaloides typica* zu untersuchen.
[2]) Nereis Amer. Bor. III. S. 22.
[3]) l. c. S. 359.

livrent continuellement passage de l'une à l'autre. Quelquefois on peut parler d'une série comme dans la var. Lamourouxii, où la forme Lamourouxii passe par une série continue de transitions dans la forme Requienii. D'autres fois les liens qui unissent ces variétés sont bizarres: sur une plante aux ramules d'une certaine forme naissent tout d'un coup des ramules d'une forme différente, preuve évidente que les deux formes appartiennent à une seule espèce."

Caulerpa racemosa findet sich durch alle tropischen Meere verbreitet; die Varietäten besitzen theilweise eingeschränktere Fundorte.

Fig. 55. *C. racemosa* var. *corynephora* (!).

Ich beginne die Schilderung der geringen Auswahl von Formen, die ich hier vorzuführen vermag, mit dem in Fig. 55 gezeichneten Exemplare der var. *corynephora*.

Das kräftige, nackte Rhizom, dessen Vegetationspunkt nach rechts in die Höhe gebogen ist, treibt auf der Unterseite eine Reihe von Wurzeln, die, zunächst cylindrisch ungetheilt, sich an der Spitze in ein Büschel feiner Aeste auflösen. Der Wurzelreihe gegenüber wächst aus dem Rhizom eine Reihe von Assimilationssprossen hervor: links drei ältere, davon der eine bereits dicht über der Basis gegabelt, rechts zwei jüngere. An jenen älteren Assimilatoren sieht man die keulenförmig gestalteten Blätter zweizeilig angeordnet, das Spitzenwachsthum des Sprosses ist erloschen. Die beiden jüngeren, rechts stehenden sind dagegen noch im Spitzen-

wachsthum begriffen, die Axe verlängert sich in den spitz hervortretenden Vegetationspunkt, derjenige von Assimilator 1 hat zwei junge Blätter angelegt. Ausserdem ist bei 1 und 2 das unterste Blatt in eine Spitze ausgezogen, es hat sich dadurch in einen Axenvegetationspunkt verwandelt; durch solche Umbildung eines Blattes in eine Axe dürfte auch vielleicht die Verzweigung von Assimilator 3 zu Stande gekommen sein. Ob jene beiden seitlichen Vegetationspunkte an 1 und 2 wirklich zu einer Verdoppelung der ganzen Axe geführt haben würden, lässt sich natürlich nicht entscheiden; ich möchte nur noch darauf hinweisen, dass das unterste Blatt links und die beiden vorletzten rechts des alten Assimilators 5 auch kurze Spitzchen zeigen, die abortirte Axenvegetationspunkte sein könnten.

Dass eine streng akroskope Reihenfolge bei Bildung der Assimilatoren nicht inne gehalten wird, zeigt der Umstand, dass zwischen den fünf grösseren Assimilatoren noch die Vegetationspunkte von drei Adventivsprossen am Rhizom entstanden sind.

Fig. 56. *C. racemosa* var. *microphysa* ($\frac{1}{1}$).

Wenn die Blätter nicht, wie bei dieser Form, zweizeilig, sondern mehrzeilig sich um die Axe ordnen, so entstehen die var. *uvifera* und *clavifera,* doch ist bei letzterer wieder eine Tendenz zur Zweizeiligkeit vorhanden. Als blosse Form zieht zur var. *clavifera* W. v. B. auch die kleine *C. racemosa microphysa*, die in Fig. 56 abgebildet wurde, und die doch wohl eine eigene Varietät ausmachen dürfte; bei dieser Form produciren die Assimilatoren nur ganz wenige, oft nur ein einziges Blatt von fast kugeliger Gestalt.

In Fig. 57 ist ein Stück der var. *Chemnitzia* dargestellt,[1]) an deren Assimilatoren die Blätter allseitwendig stehen und sich durch einen bemerkenswerthen Dimorphismus auszeichnen: die unteren sind fast cylindrisch, oberwärts nur wenig verdickt, die oberen dagegen mörserkeulenartig gestaltet. Bei diesen letzteren wird der erbreiterte Theil durch Krümmung des Stiels nach aussen, also senkrecht gegen das Licht eingestellt.

Fig. 57. *C. racemosa* var. *Chemnitzia.*

Besitzen alle Blätter die nahezu cylindrische Gestalt der untersten Blätter der var. *Chemnitzia,* so entsteht die var. *laetevirens.*

Vielleicht die interessanteste Varietät von allen ist aber die var. *Lamourouxii.* Ihre Assimilatoren besitzen bandförmigflache Axen, an deren Rändern in grösserer oder geringerer Zahl die kurz keulenförmigen Blätter stehen. W. v. B. unterscheidet die beiden Formen *f. typica* und *f. Requienii*, die durch alle Uebergänge mit einander verbunden sind. In Fig. 58 a ist ein sehr blattarmer verzweigter Assimilator der *f. typica* gezeichnet, es giebt auch Formen bei denen der ganze Rand der Axen mit Blättern besetzt ist; in Fig. 58 b sind dagegen zwei Assimilatoren von *f. Requienii* dargestellt, vollkommen blattlos; man könnte also diese Assimilatoren auch als bandförmige Blätter bezeichnen. Beachtung verdient noch, dass die var. *Lamourouxii* im Rothen Meere

[1]) Es wurde gezeichnet nach Material, das, in verdünntem Spiritus conservirt, die Plankton-Expedition von den Bermudas mitgebracht hat (leg. Schütt).

wächst, und dass die *f. Requienii* sich von der daselbst gleichfalls wachsenden Caulerpa *Freycinetii* var. *integerrima* kaum durch sichere Merkmale unterscheiden lässt.

29. *C. peltata* Lamour.

Wie W. v. B. mit Recht hervorhebt (l. c. S. 372), bildet *C. racemosa* var. *Chemnitzia* den Uebergang zur *C. peltata,* deren typische Varietät in einer kleineren Form in Fig. 59a gezeichnet wurde. Diese Varietät wächst im Rothen Meer, in Westindien, Ostindien, auf den Freundschaftsinseln, Tongatabu etc.

Die Blätter stehen an den Axen der Assimilationssprosse allseitig, dichter oder lockerer, sie bestehen aus einem Stiel und einer kreisrunden, normal zum Licht orientirten Platte von 1 bis 3 mm Durchmesser.

Die var. *nummularia* ist in Fig. 59b dargestellt, bei ihr fehlen die Axen der Assimilatoren gewöhnlich ganz, so dass die kreisrunden, gestielten Blätter direkt dem Rhizom entspringen; der Durchmesser der Scheiben beträgt gewöhnlich 4 bis 5 mm. Das Exemplar, nach dem unsere Zeichnung ausgeführt wurde, stammt von Korallenriffen der Samoainseln; W. v. B. giebt als Fundorte die Freundschaftsinseln und Neuholland an, scheint aber nur eine besondere Form vor Augen gehabt zu haben, bei der aus dem Rande der Blattscheibe ein oder zwei andere gestielte Blätter hervorsprossen, eine Form, die ich nicht gesehen habe. Ich muss gestehen, dass die mir bekannte Form von *C. nummularia* mir doch vielleicht den Rang einer Species zu verdienen scheint.

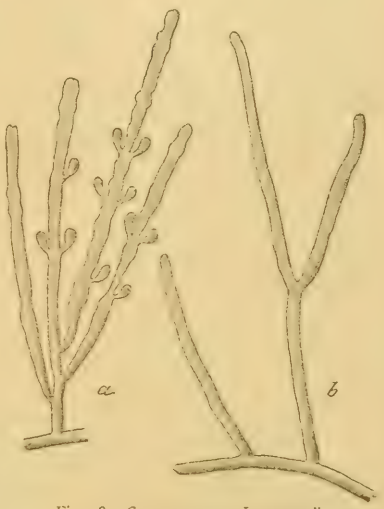


Fig. 58. *C. racemosa* var. *Lamourouxii;* a *forma typica* (½), b *forma Requienii* (½).

Fig. 59. *C. peltata;* a var. *typica* (½); b var. *nummularia* (½).

W. v. B. unterscheidet dann weiter die var. *exigua und* die var. *stellata.* Erstere besitzt schüsselförmige Scheiben von der Grösse der var. *typica,* welche die Tendenz haben, aus ihrem Centrum zu proliferiren und mehrere Stockwerke von Schüsseln übereinander zu bauen (vgl. Fig. 60a und b). Sie wurde auf Samoa und Mangaia gefunden. Die var. *stellata* von den Freundschaftsinseln (vgl. Fig. 60c) macht den Eindruck einer Monstrosität. Die Blattscheiben besitzen einen crenellirten Rand und proliferien sowohl aus den Zähnen des Randes wie aus dem Centrum.

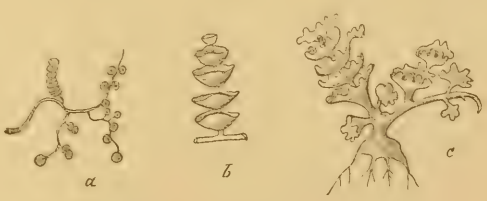


Fig. 60. *C. peltata;* a *f. exigua* (½); b ein Ast der letzteren (⅔); c *f. stellata* (⅔). [Kopirt nach Weber van Bosse.]

Endlich komme ich zu der var. *macrodisca,* die von Decaisne, wie mir scheint mit Recht, als besondere Art, als *C. macrodisca,* beschrieben worden ist. Die prächtige Pflanze

wurde im Anambas-Archipel und auf Celebes gesammelt, und wenn ihre, einen Durchmesser von 10 bis 20 mm besitzenden Blattscheiben im Wesentlichen auch nur ein Merkmal abgeben, das auf Grössenverhältnissen beruht, so ist doch meines Dafürhaltens auch die Grösse so gut ein Merkmal wie andere, und in diesem Falle tritt eine schwer definirbare Eigenart des Habitus hinzu, die mir auf eine der *C. peltata* gewiss nächstverwandte, doch constant gewordene Form hinzudeuten scheint, der ich somit den Speciesrang nicht vorenthalten möchte.

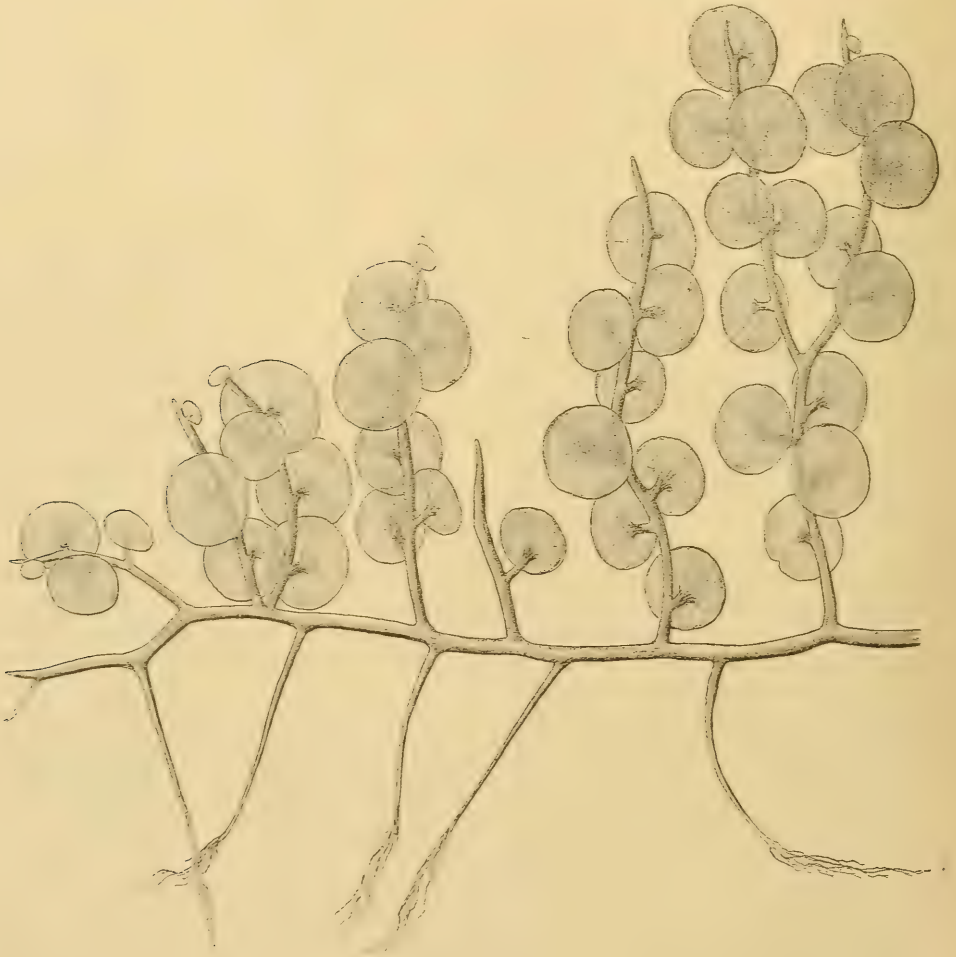


Fig. 61. *C. macrodisca* (1).

In Fig. 61 ist eine Abbildung der prächtigen Pflanze gegeben. Das Rhizom entsendet nach unten Wurzeln, nach oben assimilirende, theilweise verzweigte Sprosse, die mit grossen, gestielten, kreisrunden, vertical stehenden beziehungsweise gegen das Licht orientirten Blättern bedeckt sind. Diese Sprosse besitzen Spitzenwachsthum; die jüngsten Blätter entstehen nahe der ungeschützt hervortretenden Vegetationsspitze. W. v. B., welche das gezeichnete Exemplar an der Mündung des Marosflusses bei Macassar auf Celebes gedredgt hat, berichtet, dass die Blätter im Wasser aufgetrieben („bombés") sind, und sich erst ausserhalb des Wassers abplatten (l. c. S. 253). Auf diesen Umstand wird von künftigen Sammlern auch der typischen Form von *C. peltata* zu achten sein.

Fig. 62. *C. simpliciuscula* (!).

30. *C. simpliciuscula* Ag.

Die Art wächst in Neuholland und Tasmanien. In Fig. 62 ist ein Stück des nackten Rhizoms und ein verzweigter Assimilator gezeichnet. Der letztere ist von unten bis oben dicht bedeckt mit den kleinen, bis zur Berührung einander genäherten, bläschenartigen, keulenförmigen Blättern. Fig. 63 ist ein Längsschnitt durch zwei der Blätter im Zusammenhang mit ihrer Axe; man bemerkt, dass Wand und Fasergerüst in der Axe viel derber sind, als in den Blättern.

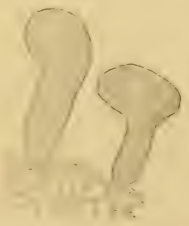


Fig. 63. *C. simpliciuscula*: Längsschnitt zweier Blätter ($\frac{2}{1}$).

31. *C. papillosa* J. Ag.

Diese, im Habitus von der vorigen kaum zu unterscheidende Art wächst gleichfalls an den Küsten Neuhollands. In Fig. 64 ist der Habitus, in Fig. 65 ein Durchschnitt durch den peripheren Theil der Axe mit daran sitzenden Blättern gezeichnet. Der Schnitt ergiebt die specifische Abweichung der *C. papillosa* von der *C. simpliciuscula*, denn bei ersterer sitzen die kugeligen Blätter auf einem durch eine Einschnürung deutlich abgesetzten Stiele; man könnte diesen Stiel noch zur Axe rechnen, da die Dicke seiner Zellwand mit derjenigen der Axe übereinstimmt. Das Fasergerüst der Blätter ist so zart, dass es im Maasstabe der Zeichnung nicht dargestellt werden konnte.

Ganz nahe verwandt mit *C. papillosa* sind die noch von W. v. B. aufgeführten Arten: *C. lentillifera* J. Ag. (Rothes Meer und Madagascar); *C. Agardhii* W. v. B. (Nordwestküste Neuhollands); *C. Ethelae* Harv. (Neuholland) und *C. Okamurai* W. v. B. von Japan.

32. *C. sedoides* Ag.

Wurde gefunden in Südaustralien, ausserdem in Tongatabu, den Samoa- und Freundschaftsinseln. In Fig. 66 ist ein Exemplar gezeichnet.

An den bald einfachen, bald mehr weniger reichlich verzweigten Axen der Assimilatoren sitzen die ovalen stiellosen Blätter gewöhnlich in zwei, aber auch gar nicht selten in mehr Zeilen, worin sie mit *C. racemosa* übereinstimmt, deren kleineren Formen sie ähnlich sein kann. Als wesentliche Merkmale der Art gelten die sitzenden Blätter und der Umstand, dass die Axe der Assimilatoren häufig, doch keineswegs immer, gegliedert ist, d. h. dass sie an den Ansatzstellen der Blätter leichte Einschnürungen und darunter eine geringe Verbreiterung besitzt; in unserer Abbildung tritt diese Gliederung an einzelnen Stellen hervor, an anderen Stellen fehlt sie.

Fig. 64. *C. papillosa* (½).

Fig. 65. *C. papillosa;* Längsschnitt der Blätter (²⁰/₁).

33. *C. ambigua* Okam.

Die Miniaturform der ganzen Reihe, die auf den Boninninseln von dem japanischen Arzte Matsumoto gesammelt und von Okamura beschrieben wurde.[1]) Ich gehe, obgleich ich keine Exemplare der Pflanze gesehen habe, auf dieselbe näher ein, weil W. v. B. in die Diagnose der Art das Merkmal: Rhizom fehlend („point de stolon") aufgenommen hat, und dieser vermeintlichen Thatsache eine erhebliche Bedeutung beimisst. Die Wurzel soll sich als unmittelbare Fortsetzung des assimilirenden Sprosses in den Boden einbohren. Darum soll die gewöhnliche Vermehrung der Caulerpen durch Stocktheilung ausgeschlossen erscheinen und vielleicht Grund zu der Annahme vorhanden sein, dass die Exemplare von *C. ambigua* aus Sporen erwachsen sind.

Fig. 66. *C. sedoides* (½).

Ich muss gestehen, dass ich aus dem Studium der Abhandlung Okamura's zu solcher Annahme keine Veranlassung habe finden können. Okamura hat einige wenige, in Alkohol aufbewahrte Exemplare der Pflanze erhalten, die mir nicht ganz vollständig gewesen zu sein scheinen, wie das bei manchen Arten von *Caulerpa* leicht vorkommt, namentlich wenn sie ein nicht sachverständiger Sammler mitbringt. Nach Okamura's Angaben wurden nur wenige Stücke der Pflanze gefunden, „entangled among other algae and sponges". Da kann beim Ablösen leicht eine Beschädigung eingetreten sein. Der Autor giebt selbst zu, dass sein Material zu

[1]) On the Algae from Ogasawara-jima, Tokio 1897. S. 4.

spärlich gewesen sei, um mit völliger Sicherheit zu entscheiden, ob ein Rhizom niemals vorkomme.

In Fig. 67 sind Copieen der Zeichnungen Okamura's, a einer Pflanze in natürlicher Grösse und b des vergrösserten unteren Endes derselben mitgetheilt; ich kann nicht leugnen, dass die nach links gekehrte dicke Auszweigung der Fig. 67 b mir eher für das Vorhandensein eines Rhizoms als dagegen zu sprechen scheint. Jedenfalls muss man das Auffinden eines besseren Materials abwarten, bevor man der *C. ambigua* die angedeuteten Eigenschaften zuschreiben darf.

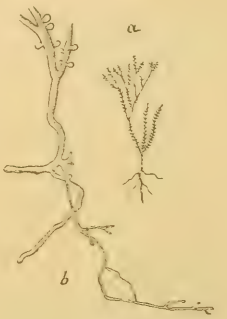


Fig. 67. *C. ambigua*; a Habitus (½); b Basis von a (vergrössert). [Kopirt nach Okamura].

34. *C. Fergusonii* Murray.

Von Ceylon. Die zierliche, in Fig. 68 abgebildete Pflanze verbindet *C. sedoides* mit der nächstfolgenden Art. Hier ist die Axe des Assimilators deutlich und vollkommen gegliedert, während sie dies bei *C. sedoides* nur unvollkommen war. Die verkehrteiförmigen Blätter stehen zweizeilig und sind genau gegenständig, je ein Blattpaar gehört zu einem Stengelgliede; auch das unterste Glied der ein wenig abgeplatteten Axe trägt bereits Blätter.

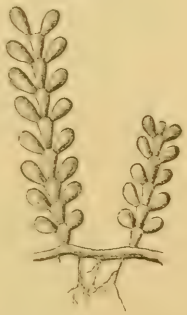


Fig. 68. *C. Fergusonii.*

35. *C. cactoides* Ag.

Findet sich an den östlichen und südlichen Küsten Neuhollands. Die in Fig. 69a abgebildete Pflanze zeigt einen ganz ähnlichen Aufbau wie *C. Fergusonii*, doch sind alle Theile grösser; sie verhält sich darin wie *C. macrodisca* zu *C. peltata typica*. Nur insofern ist wohl noch ein weiterer morphologischer Unterschied von *C. Fergusonii* vorhanden, als bei *C. cactoides* der Assimilationsspross zunächst mit einer Anzahl kurzer, blattloser Glieder beginnt, ehe das erste Blattpaar gebildet wird; das zeigt besonders hübsch Fig. 69b, in welcher vom Rhizom neben drei jungen schon Blätter tragenden Sprossen auch zwei ganz junge, noch blattlose Anlagen sichtbar sind. Wenn die Axe eines Sprosses sich verzweigt, so entsteht der Ast gewöhnlich an einem Stengelgliede neben einem Blatte oder an der Stelle eines Blattes; in Fig. 69a ist aber links ein kleiner Ast vorhanden, der als Adventivspross aus einem Blatte selbst hervorwächst.

36. *C. articulata* Harv.

Die zierliche Art wächst an den Südküsten Neuhollands und auf Neuseeland. Sie gehört zum Typus von *C. cactoides* und unterscheidet sich von dieser durch die langen cylindrischen nur etwa 1 mm breiten Blätter und die schmalere Axe. Ich kenne von dieser Art nur die in Fig. 70 reproducirte Abbildung Harvey-Gibson's[1]), welche einen Assimilator darstellt, aus dessen unterem Ende Wurzelfasern hervorbrechen. Auch aus einer solchen Abbildung wird

[1]) Journ. of Botany 1893. Taf. 335.

man nicht auf das Fehlen eines Rhizoms schliessen dürfen, obwohl der Autor der Abhandlung ausdrücklich sagt: „the present plant has no creeping rhizome", da vollständiges Material offenbar nicht gesammelt worden ist.

37. *C. Holmesiana* Murr.

Die Art wurde in Südafrika gefunden. In Fig. 71 a ist ein Habitusbild gezeichnet.

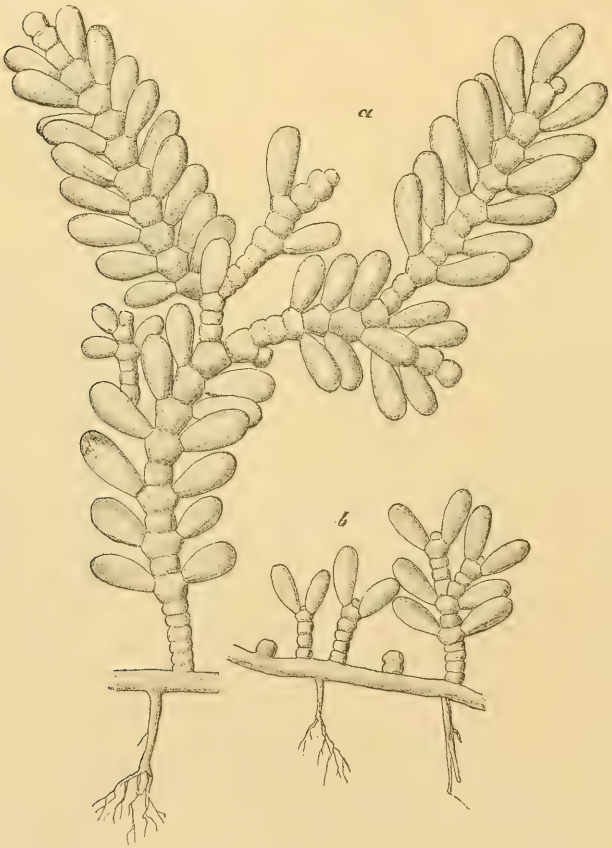


Fig. 69. *C. cactoides;* a grosser Assimilator (½); b Rhizomstück mit 5 jungen Assimilatoren (½).

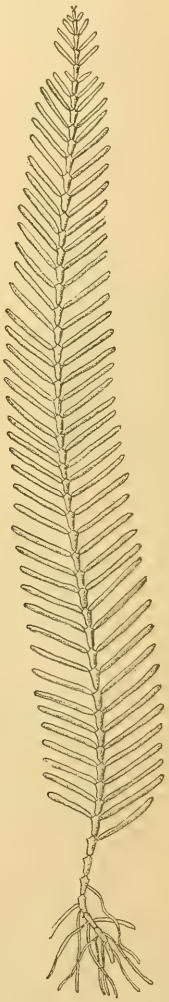


Fig. 70. *C. articulata* (½). [Kopirt nach Harvey-Gibson.]

Aus dem nackten, bald durch Striktüren gegliederten (Fig. 71 b), bald ungegliederten (Fig. 71 c) Rhizom entspringen die zierlichen, zweizeilig gefiederten Assimilatoren. Wir stehen

hier wieder einem Falle gegenüber, wo man den Assimilator ebensogut ein gefiedertes Blatt wie einen Spross mit zweizeilig stehenden, ungetheilten Blättern nennen kann; ebensogut, falls man die Pflanze ganz unbekümmert um ihre etwaige Verwandtschaft betrachtet. Dagegen wird die grössere Berechtigung der einen oder der anderen Bezeichnung zweifellos, sobald es gelingt, der Art den systematisch richtigen Platz anzuweisen. Dieser ist meines Dafürhaltens nicht in der Reihe der *Sedoideae*, sondern in der unmittelbaren Nähe von *C. taxifolia* und *C. plumaris*.

Zwar gesteht auch W. v. B. zu, dass *C. Holmesiana* in der Tracht an *C. plumaris* erinnere, allein wegen der Gliederung von Rhizom und Spindel müsse sie in die Nähe von *C. cactoides* und *C. articulata* gestellt werden (l. c. S. 393). Daneben soll dann die Abwesenheit der Correns'schen Höcker ins Gewicht fallen, da diese auch den Verwandten der *C. cactoides* fehlen. Andere Argumente werden nicht geltend gemacht. Was zunächst die Correns'schen Höcker anlangt, so hat W. v. B. selbst eingehend auf die Unzulänglichkeit dieses Merkmals für die Klassifikation hingewiesen (l. c. S. 254); zudem hat Correns sie gerade an dem von ihm untersuchten Exemplare der *C. cactoides* gefunden; ich möchte jene Höcker daher aus den für *C. Holmesiana* in Betracht kommenden Kriterien ausscheiden.

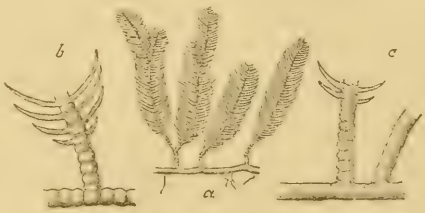


Fig. 71. *C. Holmesiana*; a Habitus (½); b Basis eines Assimilators an einem gegliederten, c Basis von Assimilatoren an einem ungegliederten Rhizom (½).

Aber auch die Strikturen der *C. Holmesiana* scheinen mir für ihre Stellung im System nicht entscheidend zu sein. Zunächst sind sie keineswegs constant vorhanden, wenigstens am Rhizom. Bei den von mir untersuchten Exemplaren war das Rhizom streckenweise gegliedert, streckenweise nicht; das in Fig. 71 a gezeichnete Stück war beispielsweise völlig glatt, wie auch das in Fig. 71 c abgebildete, während Fig. 71 b ein durch Strikturen ausgezeichnetes Stück darstellt. Auch die Axe des Assimilators zeigt neben scharfer oft nur eine ganz undeutliche Gliederung, wofür ich auch auf Fig. 71 c verweise; jedenfalls ist eine so absolut constante Gliederung wie bei den Axen von *C. Fergusonii*, *cactoides* und *articulata* nicht vorhanden, und bemerkenswerth ist auch, dass bei diesen Arten das Rhizom frei von Strikturen bleibt.[1]) Dem gegenüber ist noch darauf hinzuweisen, dass die Stiele der Assimilatoren von *C. flagelliformis* überwiegend und diejenigen von *C. Harveyi* mitunter (vgl. Kützing, tab. phyc. VII Taf. 12) die schönsten Strikturen aufweisen; trotzdem werden beide von W. v. B. nicht in die Gruppe der *C. cactoides* gestellt. Thut man dies aber nicht, so erklärt man die Strikturen stillschweigend für ein nicht absolut verbindendes Merkmal, vielmehr für ein solches, das in verschiedenen Gruppen auftreten kann, d. h. das phylogenetisch mehrfach und bei verschiedenen Formen entstanden ist. Dieser Auffassung stimme auch ich bei und gelange zu dem Ergebniss, dass

Fig. 72. *C. Holmesiana*; a Vegetationspunkt (²⁰/₁); b Spitze einer Fieder (⁷/₁).

[1]) Nur bei einer Form von *C. cactoides* kann auch das Rhizom Strikturen zeigen (Murray in Trans. Linn. Soc. 1891, Taf. 52.)

C. Holmesiana in die Reihe der *Filicoideae* gehört, und dass sie sich von den nächst verwandten Arten *C. taxifolia* und *C. plumaris* gerade durch ihre Strikturen unterscheidet. Darum nenne ich auch die Assimilatoren von *C. Holmesiana* nicht Sprosse, sondern Blätter.

Ein Merkmal, welches fur die verwandtschaftliche Zugehörigkeit unserer Art zu *C. plumaris* spricht, dürfte auch in der Stachelspitzigkeit der Fiedern gegeben sein, die an der äussersten Spitze eine starke Zellwandverdickung zeigen (Fig. 72 b), was bei den *Sedoideae* nicht vorkommt. Auch der Schutz des Vegetationspunktes durch die sichelförmig über denselben gebogenen jungen Fiedern tritt bei *C. Holmesiana* eben so schön hervor (Fig. 72 a), wie bei verschiedenen Arten der *Filicoideae,* speziell der *C. taxifolia,* während er sich bei der *Sedoideae* nicht findet.

Zweiter Abschnitt.

Das Problem der Gruppirung der Arten.

Ich will in der Berücksichtigung der *Caulerpa*literatur, soweit sie sich auf Klassifikation der Arten bezieht, nicht über J. Agardh's im Jahre 1890 in seinem grossen Werke „Till Algernes Systematik" erschienene Monographie hinausgehen. Der Altmeister der Algenkenner verwirft in dieser Arbeit die Zerfällung von *Caulerpa* in mehrere Gattungen, theilt sie dafür aber in 13 Reihen. Diese Reihen behält Weber van Bosse bei mit einer geringfügigen Abweichung, wonach sie Reihe 13 *(Opuntioideae)* als Unterreihe zu 12 *(Sedoideae)* zieht, ausserdem einzelne Arten in andere Reihen stellt, wie Agardh.

Wenn auch zur Zeit des Erscheinens von Agardh's Arbeit bereits jeder klassifikatorische Versuch eine „natürliche" Anordnung zu geben trachtet, „natürliche" Gruppen der Organismen zu unterscheiden strebt, so wird man doch den Anschauungen unseres Zeitalters darin Rechnung tragen müssen, dass man das Problem der „natürlichen" Klassifikation als ein phylogenetisches auffasst und es unter diesem Gesichtspunkte soweit zu fördern sucht, wie es eben möglich ist; andernfalls schafft die Klassifikation nur ein Repositorium zur mehr oder weniger bequemen Unterbringung der Species. Mehr leistet das Agardh'sche System auch nicht, da in demselben die Arten doch immer nur wie Glieder einer fortlaufenden Kette aneinander gereiht werden.

Den genetischen Gedanken mit Rücksicht auf die Arten von *Caulerpa* hat Cramer in seiner lehrreichen und anziehenden Schrift: „Die Siphonieen"[1]) in Kürze berührt. Er sagt folgendes darüber:

„Sicher ist, dass die Caulerpen nach oben hin keine Fortsetzung haben, sondern die Enden selbständiger Entwickelungsreihen darstellen. Ich bediene mich absichtlich des Plurals; denn es liegt auf der Hand, dass die verschiedenen Caulerpen weder coordinirte, noch subordinirte Glieder einer einzigen Entwicklungsreihe darstellen. Für die eine und andere Betrachtung sind sie viel zu ungleich. Man vergegenwärtige sich beispielsweise *C. fastigiata, crassifolia (= pinnata), simpliciuscula,* oder gar *Müllери (= hypnoides).* Wie riesig verschieden ist die Organisationshöhe dieser Formen, Gleichstellung derselben erscheint absolut ausgeschlossen. Aber auch der Versuch,

[1]) Separatabdruck aus Keller, Das Leben des Meeres. S. 12.

die verschiedenen Arten von *Caulerpa* in eine einzige aufsteigende, gleichsam phylogenetische Reihe zu ordnen, in welcher also jedes höhere Glied als der Abkömmling des vorangegangenen aufzufassen wäre, scheitert sofort. Man kann sich allenfalls vorstellen, dass Formen wie *plumaris, crassifolia* aus einem *C. prolifera*-artigen Typus hervorgegangen sein könnten; dagegen ist es unmöglich, *C. prolifera* der Form *C. ligulata (= flagelliformis)* über- oder unterzuordnen; noch willkürlicher erschiene die Ableitung von *C. crassifolia, Lycopodium* oder gar *Mülleri* und Verwandten von *C. prolifera* oder *ligulata* oder umgekehrt."

Dieser Empfindung Cramers kann ich mich im wesentlichen nur anschliessen, wenn ich auch den Versuch einer auf phylogenetischer Grundlage beruhenden Gruppirung der Arten darum nicht aufgeben möchte. Aber soviel halte auch ich für sicher, dass keine Veranlassung vorliegt, die jetzt lebenden Arten als unmittelbare Abkömmlinge anderer lebender Arten anzusehen, dass vielmehr jede dieser Arten das unter den gegenwärtig herrschenden Lebensbedingungen mehr weniger constant gewordene Endglied einer phylogenetischen Reihe darstellt, deren frühere Glieder, die Phylembryonen[1]) der jetzigen, in ihrer überwiegenden Mehrzahl gegenwärtig nicht mehr existiren. Ob eine oder mehrere der bekannten Arten bei einer Veränderung der äusseren Lebensverhältnisse zu Phylembryonen neuer Arten werden möchten, muss dahingestellt bleiben.

Indessen halte ich es für wahrscheinlich, dass unter den jetzigen, in ihrer Anpassung an die herrschenden Lebensbedingungen befestigten Arten sich manche befinden, die mit den Phylembryonen anderer Arten eine mehr weniger grosse Aehnlichkeit besitzen, und nach Formen zu suchen, für welche sich dies wahrscheinlich machen lässt, ist eine innerhalb gewisser Grenzen lösbare Aufgabe.

Den ersten Schritt bei solcher Untersuchung haben wir in der Richtung zu thun, dass wir unter den Arten von *Caulerpa* die morphologische Grundform feststellen, welcher die phyletische Urform am Aehnlichsten gewesen sein dürfte; diese Grund- oder Urform allein kann uns dann auch einen Anhaltspunkt bieten, um die Verwandtschaft der Gattung *Caulerpa* mit anderen Gattungen festzustellen oder doch wahrscheinlich zu machen.

Da wir in der Descendenztheorie im Allgemeinen einen Aufstieg von einfacheren zu complicirteren Gestalten annehmen, so will ich auch von der Hypothese ausgehen, dass die Urform der Gattung *Caulerpa* der einfachsten jetzt bekannten Form ähnlich gewesen ist, dass letztere somit die Grundform für den Aufbau unserer Anordnung zu bilden hat. Diese Annahme scheint mir die nächstliegende zu sein, darum mache ich sie; selbstverständlich ist sie keineswegs, denn man würde beim Versuche einer Gattungsphylogenie der *Convolvulaceen, Orchidaceen* oder *Ericaceen* gewaltig fehlgreifen, wollte man die einfachsten Gestalten, die Gattungen *Cuscuta, Epipogon, Monotropa* als die Grundformen ansehen.

Indessen ist noch eine andere Vorfrage zu erledigen, ehe wir an die Bestimmung der Grundform von *Caulerpa* denken können; es ist die Frage, ob wir für die Arten von *Caulerpa* überhaupt eine monophyletische Abstammung annehmen dürfen, oder ob nicht der Stammbaum jeder Art oder einzelner Artgruppen auf je eine besondere Urzelle zurückreicht. Nach den Anschauungen Nägeli's, der zu allen Zeiten Urzellen (oder Probien) entstehen und sich phyletisch fortentwickeln lässt, würde nicht der geringste Grund vorliegen, eine genetische Verwandtschaft

[1]) Den Begriff der Phylembryonen habe ich erläutert in meinen Abhandlungen über Flechten S. 60.

zwischen den Arten von *Caulerpa* anzunehmen, die „morphologische" Verwandtschaft könnte ebensogut eine rein formale Uebereinstimmung sein. Ich habe mich an anderer Stelle mit Entschiedenheit gegen Nägeli's Vorstellungen von Urzeugung ausgesprochen[1]), u. A. darum, weil die Urzeugung dann auch in der Gegenwart stattfinden und der Beobachtung zugänglich sein müsste, und habe meine abweichende Meinung dahin zusammengefasst, dass Urzeugung nur einmal in einer sehr entlegenen Zeit stattgefunden hat, dass damals aber viele Millionen von gleichartigen Zellen gleichzeitig entstanden sind, von denen einem Theil die Fähigkeit innewohnte, als Phylembryonen anderer Organismen sich fortzubilden. Damit ist die Alternative gegeben, dass heute lebende Arten entweder einen gemeinsamen oder einen ab origine getrennten Ursprung haben können. Nicht gerade reine Willkür, aber doch lediglich intuitives Empfinden kann sich somit dafür entscheiden, eine Organismengruppe für monophyletisch oder polyphyletisch anzusprechen, und schon in solcher Alternative offenbart sich der hypothetische Charakter aller Spekulationen über Abstammung. Man hat, sobald man kritisch zu Werke geht, mit der Frage zu kämpfen: Ist eine wissenschaftliche Phylogenie überhaupt möglich? und man wird sie schliesslich nur unter der Annahme ganz bestimmter Voraussetzungen für zulässig halten. Damit durchschneidet man allerdings den gordischen Knoten des Zweifels, ohne ihn zu lösen.

So will denn auch ich die Voraussetzung machen, dass *Caulerpa* und einige ihr nahestehende Gattungen einen gemeinsamen, einheitlichen Phylembryon besitzen, eine Voraussetzung, deren Richtigkeit sich so wenig beweisen wie widerlegen lässt; aber ohne derartige Voraussetzung müssten wir auf die Behandlung der Aufgabe einfach verzichten. Ist es doch das Eigenthümliche der Descendenzlehre, dass ihr allgemeiner Grundgedanke so sehr einleuchtet, dass wir bei den Einzelerklärungen aber stets in Verlegenheit gerathen.

Bei Annahme dieser meiner Voraussetzung eines monophyletischen Ursprunges der Gattung *Caulerpa* wird eine der einfachsten Formen der *Caulerpa fastigiata,* etwa die von Harvey unter dem Namen *filiformis* beschriebene, ohne jede Frage als die Grundform der Gattung anzusehen sein.

Mit der Gewinnung dieser Grundform scheint mir auch die Frage der phylogenetischen Stellung der Gattung *Caulerpa* im wesentlichen gelöst zu sein, und zwar schliesse ich mich darin der bereits mehrfach geäusserten Ansicht an, dass *Bryopsis* das *Caulerpa* am nächsten verwandte Genus unter den grünen Algen ist, dass beide Gattungen einen gemeinsamen Phylembryon besitzen, aus dem auch wohl das Genus *Derbesia* hervorgegangen sein dürfte.

Der Grund für diese Annahme liegt darin, dass sowohl die Arten von *Derbesia* wie auch gewisse Arten von *Bryopsis* (z. B. *Br. duplex* Denot.) den gleichen morphologischen Aufbau besitzen wie *Caulerpa fastigiata,* ferner darin, dass bei einigen Arten von *Bryopsis* sich zuweilen im Innern vereinzelte Zellwandfasern finden,[2]) wie sie für alle Arten von *Caulerpa* charakteristisch sind. Besonders wichtig scheint mir aber der Umstand zu sein, dass die Zellwände von *Caulerpa* und von *Bryopsis* in chemischer Hinsicht eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung zeigen. Correns[3]) hat nämlich gezeigt, dass die Substanz der Zellwand von *Caulerpa* nicht aus gewöhnlicher Cellulose besteht und dabei gefunden, dass sich dieselbe bei Behandlung mit Schwefelsäure in eigenthümliche Sphaerokrystalle umwandeln lässt. Die gleichen Sphaerokrystalle erhielt

[1]) Reinke, Die Welt als That. S. 297 ff.
[2]) Vgl. Wille in Engler Prantl I. 2. S. 136.
[3]) Ber. d. d. Bot. Ges. 1894 S. 355: Correns, Ueber die Membran von *Caulerpa.*

Correns aus der Zellwand einiger *Bryopsis*arten, und er erblickt darin — meines Erachtens mit Recht — „einen neuen kräftigen Beweis" für die Verwandtschaft der beiden Gattungen.

Sonst hat meines Wissens nur Murray[1]) noch eine Muthmassung über die Verwandtschaft von *Caulerpa* geäussert, die er bei den verticillirten *Valoniaceen* sucht. Mir scheint aber die Verwandtschaft mit *Bryopsis* die nähere zu sein —

Wenn wir nun — allerdings auf hypothetischer, auf sehr hypothetischer Grundlage — *Caulerpa fastigiata* als die Grundform der Gattung bestimmt haben, so ist damit der Ausgangspunkt für eine natürliche Gruppirung der Arten gegeben, d. h. — ich wiederhole es — für eine Gruppirung, die wir uns allenfalls als die phylogenetische denken können.

Bei jedem Versuche, die Arten einer Gattung von Pflanzen oder Thieren „phylogenetisch" zusammenzustellen, werden wir zunächst immer mit der Thatsache rechnen müssen, dass mehr oder weniger zahlreiche Formen in der Gegenwart nicht mehr existiren, dass also an ihrer Stelle Lücken vorhanden sind, welche die Erkenntniss des Zusammenhangs erschweren und die Gefahr von Irrthümern in der Kombination der Arten vergrössern.

Sodann haben wir in jedem Falle die Berichte folgender drei Quellen zu berücksichtigen: der Paläontologie, der geographischen Verbreitung und der vergleichenden Morphologie.

Die Paläontologie lässt uns bei *Caulerpa* so gut wie völlig im Stiche. Nach W. v. B. sind vier fossile Caulerpen bekannt, *C. Eseri*, der *C. pinnata* ähnlich, aus dem Eocän; *C. Diesingii*, der *C. racemosa* ganz nahestehend wenn nicht identisch mit einer Form derselben, auch aus dem Eocän; *C. arbuscula*, vielleicht der *C. Harveyi* verwandt, gleichfalls aus dem Eocän; *C. Carruthersi*, der *C. cactoides* ähnlich, aus dem Jura. Diese Funde zeigen nur, dass bereits im Jura und Eocän die jetzt lebenden Typen von *Caulerpa* entwickelt waren, für den Zusammenhang der Arten lehren sie nichts; und wenn wir berücksichtigen, dass schon im Silur sich Bornetellen finden, die den heute lebenden Arten dieses verkalkten Siphoneentypus höchst ähnlich sind, so dürfen wir wohl annehmen, dass die Entstehung unserer *Caulerpa*arten in eine sehr frühe Periode der Erdgeschichte entfällt. Dass in den paläozoischen Formationen keine Reste von Caulerpen erhalten sind, kann uns bei der geringen Härte der Zellen nicht Wunder nehmen.

Wenden wir uns zur Berücksichtigung der geographischen Vertheilung der Arten, so wird zunächst das Vorkommen der *C. fastigiata* in Betracht kommen. Sie wurde gefunden an den westindischen Inseln, an der Küste Brasiliens und auf den Freundschaftsinseln. Das Vorkommen im Atlantischen und im Grossen Ocean beweist jedenfalls eine weite Verbreitung im tropischen Gürtel der Erdoberfläche, was sich mit der Annahme, es sei eine uralte Form, gewiss gut verträgt. Wenn diese Art aber an vielen Stellen, wo tropische Caulerpen wachsen, nicht gefunden wurde, so kann sie dort ausgestorben sein oder sich in andere Formen umgewandelt haben, oder sie ist den Sammlern bisher noch entgangen.

Gegenüber der *C. fastigiata* haben uns alle übrigen Arten als abgeleitete zu gelten. Irgend etwas Sicheres lässt sich über ihre Verwandtschaft aus der Verbreitung allein nicht herleiten, es wird das um so weniger der Fall sein können, je höher wir das Alter dieser Pflanzen einschätzen. Dennoch glaube ich es aussprechen zu können, dass die Verbreitung in keinem Falle einen Widerspruch ergiebt gegen die Folgerungen, die ich aus den morphologischen

[1]) Murray, On new species of *Caulerpa* with observations on the position of the genus (Trans. Linn. Soc. II Serie III. S. 207. (1891.)

Verhältnissen glaube ziehen zu dürfen, in manchen Fällen ist sie aber von erheblicher Wichtigkeit für die Beurtheilung der Zusammengehörigkeit von Arten. Ich werde indessen im Folgenden nur eine Auswahl der Species berücksichtigen.

Wir haben es zunächst mit Arten zu thun, die in den tropischen Meeren überall vorkommen, das sind: *C. pinnata, plumaris, cupressoides, racemosa.* Diese Species sind meines Erachtens erst durch Vermittelung anderer Arten, also nicht unmittelbar, aus der Grundform abzuleiten, und ihr ubiquitäres Vorkommen lässt den Faktor der geographischen Verbreitung aus der Feststellung der Verwandtschaft so ziemlich ausscheiden. Ihnen gegenüber steht eine Reihe von Arten von beschränktem Vorkommen: so fand man *C. pusilla* nur bei Pernambuco, was mit einer relativ nahen Verwandtschaft mit der Grundform vereinbar ist; *flagelliformis* und *Bartoniae* in Südafrika, muthmasslich verwandt; *Harveyi* und *Cliftoni* in Südaustralien dürften unter einander verwandt sein: *trifaria, obscura, Brownii, hypnoides*, gleichfalls in Südaustralien, unter einander verwandt, *paspaloides* in Westindien, von den muthmasslichen Verwandten weit getrennt; *simpliciuscula, papillosa, Agardhii, Ethelae*, alle in Südaustralien und verwandt; *Fergusonii* auf Ceylon, *cactoides* und *articulata* in Neuholland, diese drei zweifellos nahe mit einander verwandt wie auch mit der in Südaustralien und Polynesien wachsenden *sedoides*; *Holmesiana* nur in Südafrika. Eine dritte Kategorie findet sich nicht allgemein, aber doch weiter verbreitet, von diesen nenne ich nur noch: *verticillata* auf den Freundschaftsinseln, in Ost- und Westindien, was eine nahe Beziehung zur Grundform anzunehmen gestattet; *prolifera* im Atlandischen und Indischen Ocean; *Lycopodium* bei Florida und Neuholland.

Irgend welche sichere Schlüsse auf die Verwandtschaft gestatten uns also die geographischen Beziehungen nicht, dennoch sind sie noch zu verwerthen und mitunter beachtenswerth. Der Hauptsache nach bleiben wir indessen auf die vergleichende Morphologie der Formen angewiesen, wobei die Voraussetzung zu machen ist, dass die Arten einander um so näher verwandt sind, je ähnlicher sie einander sind.

Nachstehend gebe ich einen Versuch der Gruppirung als Ergebniss meiner vergleichenden Studien; meine Gruppen stimmen theilweise mit denen von Agardh und Weber van Bosse überein, theilweise weichen sie beträchtlich davon ab. Ich unterscheide, abgesehen von der Grundform *C. fastigiata*, folgende Gruppen:

I. Gruppe der *C. verticillata: C. verticillata, Murrayi, pusilla.*

II. Gruppe der *C. prolifera: C. flagelliformis, anceps, brachypus, parvifolia, prolifera, Stahli, bisserrulata, subserrata.*

III. Gruppe der *C. taxifolia: C. scalpelliformis, remotifolia, alternifolia, pinnata, taxifolia, falcifolia, Ashmeadii, plumaris, Holmesiana.*

IV. Gruppe der *C. Harveyi: C. Selago, Lycopodium, Harveyi, Cliftoni, paspaloides.*

V. Gruppe der *C. cupressoides: C. Bartoniae, Freycinetii, Urvilleana, cupressoides* und Verwandte.

VI. Gruppe der *C. racemosa: C. racemosa, peltata, macrodisca.*

VII. Gruppe der *C. papillosa: C. simpliciuscula, lentillifera, Agardhii, papillosa, Ethelae, Okamurai.*

VIII. Gruppe der *C. Fergusonii: C. sedoides, ambigua, Fergusonii, cactoides, articulata.*

IX. Gruppe der *C. hypnoides: C. trifaria, obscura, Brownii, hypnoides, Webbiana, elongata, Pickeringii.*

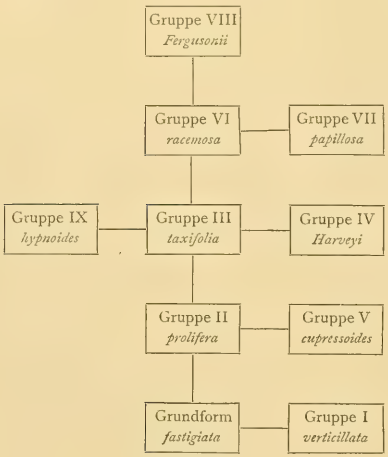
Unter diesen neun Gruppen steht zweifellos die Erste der Grundform am nächsten, und ich möchte vorschlagen, dass *C. fastigiata* jener Gruppe I als einfachste Form zugezählt wird. Immerhin klafft zwischen *C. fastigiata* und *C. verticillata* noch eine nicht ganz unerhebliche Lücke, die man sich durch einen Phylembryo ausgefüllt denken kann, aus dem *C. verticillata, Murrayi* und *pusilla* neben einander als Endglieder von Entwicklungsreihen entsprungen sind. Ein solches Endglied ist natürlich auch die heute lebende Form von *C. fastigiata*; sie ist so konstant geworden, wie irgend eine andere Caulerpa-Art; wäre sie das nicht, sie hätte sich längst in andere Formen umgewandelt. Unsere *C. fastigiata* ist nur in ihrem Aufbau dem Phylembryo ähnlich, von dem alle übrigen Caulerpen abstammen.

Ausser Gruppe I steht nur noch Gruppe II mit der Grundform in unmittelbarem Zusammenhange: es ist die Varietät mit fadenförmigen Assimilatoren der *C. flagelliformis*, die ich unmittelbar von der Grundform ableite. Alle übrigen Gruppen nehmen direkt oder indirekt ihren Ursprung aus Gruppe II, da die Formen von Gruppe I in anderen Gruppen keine Fortsetzung finden.

Unmittelbar aus Gruppe II entspringen Gruppe III durch die Verbindung zwischen *C. scalpelliformis* und *C. subserrata* sowie Gruppe V durch die nahe Verwandtschaft zwischen *C. flagelliformis* var. *ligulata* und *C. Bartoniae.* Gruppe IV leitet sich ab von III wegen der Verwandtschaft zwischen *C. plumaris* und *Selago,* und ebenso leitet sich Gruppe VI von Gruppe III ab, da man sich die Fiedern der *C. Ashmeadi* nur leicht ungeändert zu denken braucht, um daraus *C. racemosa* var. *corynephora* werden zu lassen. Gruppe VII schliesst sich durch *C. simpliciuscula* an *C. racemosa* in Gruppe VI an, und von derselben *C. racemosa* derivirt auch *C. sedoides* und mit ihr Gruppe VIII.

Allen bisher betrachteten Formen gegenüber nimmt Gruppe IX eine Sonderstellung ein. Bei den Arten der Gruppen I bis VIII war das Rhizom nackt; bei den Arten der Gruppe IX ist es mit kleinen, mehr weniger dicht stehenden, schuppenförmigen, oft niederblattartigen Blättern bedeckt. Mir erscheint dies Merkmal bedeutsam genug, um es bei der Gruppirung der Arten besonders zu berücksichtigen, und obgleich jene Arten von Agardh und W. v. B. in ganz verschiedenen Serien untergebracht werden, glaube ich doch, dass keine morphologischen Hindernisse vorhanden sind, um sie nicht als eine natürliche Gruppe zu betrachten. Ihren Anschluss an Gruppe III findet Gruppe IX durch die engen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *C. trifaria* und *C. plumaris.* Wollte man die am Rhizom von *C. trifaria* befindlichen Niederblätter unberücksichtigt lassen, so könnte man diese Art neben *C. plumaris* in Gruppe III unterbringen, wie das auch durch Agardh geschehen ist. Denn dreizählige Fiedern besitzt nicht nur auch der Assimilator von *C. falcifolia*, sondern auch *C. plumaris* bringt in der var. *Farlowi* drei- und selbst mehrzählige Fiedern hervor.

Mir scheint der vorstehend skizzirte Zusammenhang der IX Artgruppen von *Caulerpa* der am meisten annehmbare, d. h. der natürlichste und wahrscheinlichste zu sein; ich habe ihn in Schema A graphisch zu veranschaulichen gesucht.

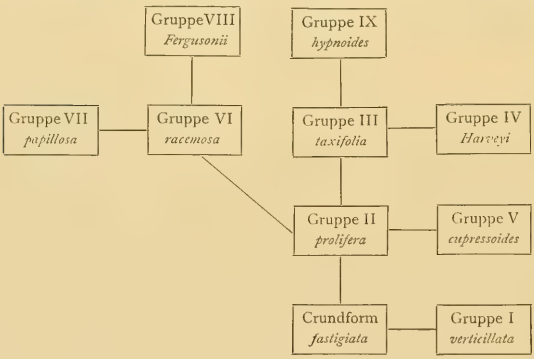


Schema A.

Ich will aber keineswegs unterlassen, darauf hinzuweisen, dass man sich die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gruppen unter einander auch in mehrfacher Hinsicht anders vorstellen kann.

So braucht man z. B. nur anzunehmen, dass die var. *Requienii* nicht eine, wie ich mir denke, durch Verkümmerung reduzirte Form der *C. racemosa* ist, sondern die ursprüngliche Form, aus der aufsteigend erst die var. *Lamourouxii*, dann die var. *corynephora* sich entwickelte; dann wird man nicht den Anschluss von Gruppe VI, wie ich es that, zwischen *C. racemosa* var. *corynephora* und *C. Ashmeadii* in Gruppe III, sondern zwischen *C. racemosa* var. *Requienii* und *C. flagelliformis* in Gruppe II zu suchen haben, der Zusammenhang der Gruppen würde sich dann gestalten, wie ich ihn in Schema B zum Ausdruck gebracht habe.

Endlich könnte man auch die *C. Bartoniae* und mit ihr die sogenannte *C. Freycinetii* var. *integerrima* nicht als ursprüngliche, sondern durch Reduktion aus *C. Freycinetii* entstandene Form ansehen, dann würde sich auch für Gruppe V nicht der Anschluss an Gruppe II ergeben, sondern man würde ihn dann nur in Gruppe III suchen können, innerhalb deren *C. remotifolia* und *alternifolia* eine gewisse Aehnlichkeit mit *C. Urvilleana* var. *Vitiensis* der Gruppe V besitzen.



Schema B.

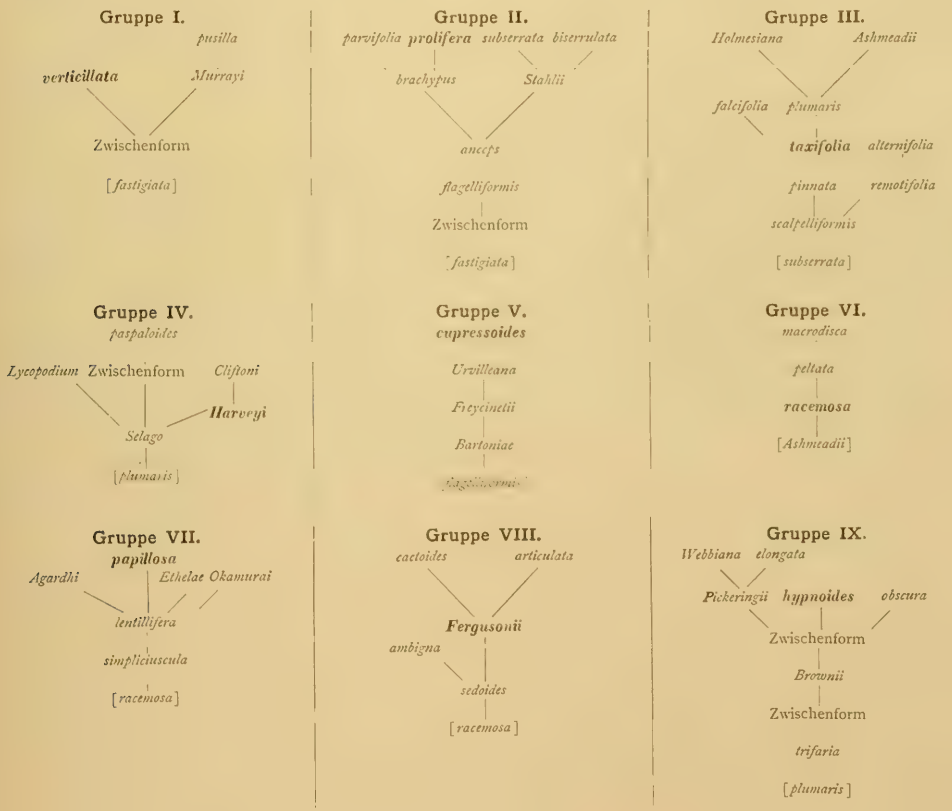
Auf alle Fälle ist einzuräumen, dass es eine absolut zweifelsfreie Zusammenstellung der von mir angenommenen Gruppen nicht giebt, schon darum nicht, weil es an jeder Möglichkeit einer objektiv gültigen Entscheidung darüber fehlt, ob *C. Requienii* und *Bartoniae* als ursprüngliche oder als reduzirte Formen anzusehen sind.

Ich wende mich nunmehr zur Frage der Anordnung der Arten innerhalb der einzelnen Gruppen, und da mag gleich vorausgeschickt werden, dass bei den von mir zu Grunde gelegten Voraussetzungen auch der Ursprung jeder Artgruppe nur monophyletisch gedacht werden möge. Dann aber nehme ich des Weiteren an, dass innerhalb einer Gruppe die sämmtlichen Arten, die wir kennen, Endglieder besonderer phyletischer Entwicklungsreihen sind, deren Phylembryonen nicht mehr existiren, ja nicht mehr existiren können; denn eine Form, welche die Tendenz hat, sich in eine andere umzuwandeln, kann dieser Tendenz nicht einerseits gefolgt sein, andrerseits sich unverändert erhalten haben. Wenn ich also eine Form B von einer anderen A, die

noch existirt, scheinbar ableite, so will das nur sagen, dass sie aus einem Phylembryo hervorging, welcher der Form A sehr ähnlich gewesen sein dürfte. Selbstverständlich gilt das auch hinsichtlich des von mir oben diskutirten Anschlusses einer Gruppe an eine andere durch Vermittelung zweier bestimmter Arten.

Wenn wir diesen meines Erachtens unerlässlichen Vorbehalt machen, so werden wir, glaube ich, doch die meisten Arten innerhalb der Gruppen so zusammenstellen können, wie es der natürlichen Verwandtschaft entspricht; in nachstehender Uebersicht ist ein derartiger Versuch gemacht worden.

Ich bin der Meinung, dass für die Mehrheit der Arten der von mir angenommene Verband ein ziemlich lückenloser ist; wo mir eine grössere Lücke zu bestehen scheint, habe ich an der betreffenden Stelle im Schema das Wort „Zwischenform" gesetzt und damit eine Form postulirt, die frühzeitig ausgestorben und nicht auf uns gekommen ist. So wird man für Gruppe I zwischen *C. fastigiata* und den verticillirten Arten eine Zwischenform annehmen müssen, deren



Wirteläste ungetheilt waren. In Gruppe IV ist die Stellung von *C. paspaloides* allerdings eine recht isolirte, dennoch glaube ich sie mit dieser Gruppe vereinigen zu sollen, denn ich weiss sonst keinen Platz dafür. Ich bin zweifelhaft, ob ich sie an *C. Harveyi* anschliessen soll, von der sie sich dann durch ihre gefiederten Blätter unterscheidet, oder vermittelst einer hypothetischen Zwischenform durch Blattloswerden des unteren Theils des Sprosses und gleichfalls starke Komplikation der Blattform an *C. Selago*; ich entschloss mich zu letzterem, weil mir in der eigenthümlichen Bildung der Vegetationspunkte bei beiden Arten ein übereinstimmendes Moment zu liegen scheint. Ohne verschiedene Zwischenformen wird man sich endlich in Gruppe IX weder den Uebergang von *trifaria* zu *obscura* und *hypnoides* noch zu *Pickeringii* und *Webbiana* vorstellen können. Umstehend schematische Uebersichten, wobei jeder Gruppe die Ursprungsart, die mit Ausnahme von I einer anderen Gruppe angehört, in [ ] hinzugefügt wurde.

Wie wenig oder wie viel Zustimmung aber auch meine Anordnung der Caulerpen finden möge, so darf es nicht vergessen werden, dass es sich um Fragen handelt, für deren objektiv gültige, d. h. jedem einleuchtende Entscheidung leider ein Maassstab fehlt, und ein solcher Maassstab wird auch niemals erreichbar sein. Zu dieser wichtigen Erkenntniss beizutragen, war ein wesentliches Ziel vorstehender Darlegungen. Es lag mir nicht nur daran, eine annehmbar scheinende Zusammenstellung der *Caulerpa*arten zu geben, sondern auch daran, den Nachweis zu führen, in wie unvollkommener Weise das Problem der Gruppirung überhaupt lösbar ist.

Es wäre schliesslich nochmals die Frage zu erwägen, ob es richtiger ist, *Caulerpa* in mehrere Gattungen zu zerschlagen, etwa jeder von mir unterschiedenen Artgruppe entsprechend, oder vielleicht besser in sechs Gattungen, indem man Gruppe II und III, sowie Gruppe VI, VII und VIII in eine Gattung zusammenzöge. Dass man keine Fortpflanzungsorgane kennt, kann kein Einwand dagegen sein, denn die kennt man von *Caulerpa* überhaupt nicht, und doch definirt man sie auch als Gattung. Indessen würde ich in einer solchen Spaltung für unsere Anschauung keinen wesentlichen Vortheil erblicken, der einheitliche Name *Caulerpa* würde verloren gehen, und das wäre insofern zu bedauern, weil wegen der so einheitlichen inneren Organisation trotz der grossen Verschiedenheit in der äusseren Gliederung *Caulerpa* doch einen eigenartigen und einheitlichen Pflanzentypus repräsentirt. Grundsätzlich habe ich aber gegen eine Zerlegung in mehrere Gattungen nichts einzuwenden.

Was man bei *Caulerpa* Art und was man Varietät oder Form nennen will, mag noch controvers bleiben; indessen scheint mir auch darauf nicht viel anzukommen, und in der Sichtung der Formen, die ja das Wesentliche ist, bildet die Arbeit Weber van Bosse's zum mindesten einen bedeutenden Fortschritt gegen unsere früheren Kenntnisse.

Erblicken wir in der von mir versuchten Gruppirung der Arten von *Caulerpa* eine für unsere Orientirung in dem Formenreichthum der Gattung bequeme Zusammenstellung, so ist kein Wort weiter darüber zu verlieren. Suchen wir darin aber ein Abbild des phylogenetischen Zusammenhangs der Gestalten, so regen sich der Zweifel nicht wenige. Da Geographie und Paläontologie hierfür so wenig leisteten, blieb als Erkenntnissquelle nur die Vergleichung übrig, und ihr danken wir jene zweifelvolle, auf einem Fundamente von Hypothesen ruhende Konstruktion.

Den gleichen Werth besitzen phylogenetische Kombinationen in allen Klassen von Organismen, sofern sie sich lediglich auf Vergleichung gründen, mag letztere auch noch so

sorgfältig durchgeführt sein und nicht nur die äussere Gestalt, sondern auch den inneren Bau und die Embryologie umfassen. Das Ergebniss bleibt immer: „so könnte man sich den Vorgang allenfalls denken, so könnte es vielleicht gewesen sein" — mehr ist nicht erreichbar.

Darum ist die Betrachtung des Werdegangs der Organismen aus der Vogelperspektive der Gegenwart eine vorwiegend dichterische Thätigkeit, und mehr als eine gewissermassen künstlerische Auffassung wird den phylogenetischen Fragen gegenüber nicht zu erlangen sein. Der Phylogenetiker muss phantasiren, wie der Verfasser eines historischen Romans, wenn wir nicht gar seine Spekulationen mit Kombinationen vergleichen wollen, welche das Gebiet der Vorgeschichte, etwa das der Steinzeit, betreffen.

Dennoch gebührt der Descendenzlehre ein Platz auf dem Gebiete der Wissenschaft. Ich bin sogar soweit gegangen, dass ich ihr für die gegenwärtige Phase der Wissenschaft die Bedeutung eines Axioms zuschrieb[1]). Ich bekenne mich zur Descendenzlehre aber nicht, um dem Zeitgeiste zu huldigen, oder weil ich die elternlose Entstehung einer Zelle für „begreiflicher" als die eines Birnbaums, eines Eis für begreiflicher als die einer Henne hielte, sondern weil mir die ganze belebte Natur auf das Prinzip der Entwicklung aus dem Keime hinzuweisen scheint, und ich mir manche Einzelerscheinungen durchaus nicht anders als phylogenetisch zurechtzulegen vermag (z. B. die Keimblätter von *Semele androgyna*, Neuholländische Akazien, Laub- und Strauchflechten).

Es ist aber nicht nur die Aufgabe der Wissenschaft, unser Wissen zu erweitern und zu ordnen, sondern auch seine Grenzen festzustellen; zu zeigen, dass wir gewisse Dinge niemals werden wissen können, und dass wir auf anderen Gebieten stets im Dämmerlicht der Abwägung von Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten herumtappen werden. Nur wenn wir in dieser Beziehung klar sehen, bewahren wir uns vor Fehlern und Irrthümern bedenklichster Art, von denen selbst besonnene Anhänger[2]) der Descendenztheorie sich leider nicht frei zu halten vermochten, der „phylogenetischen Windbeutel" gar nicht zu gedenken.

Ich gebe zu, dass phylogenetische Betrachtungen hierdurch in Bezug auf die Einzelheiten etwas Trostloses erhalten; dennoch sind sie nicht zu umgehen, ja, ich glaube, wir dürfen nicht auf sie verzichten; denn schon in seinen allgemeinsten Umrissen ist der phylogenetische Gedanke eine bedeutsame Errungenschaft unserer ganzen biologischen Anschauung.

Den Einzelheiten gegenüber hat die Phylogenie nur dann einen Sinn, wenn wir es mit der Untersuchung monophyletischer Gruppen zu thun haben; dort aber liegt gerade der schwerste Stein des Anstosses. Denn wer bürgt uns dafür, dass nicht jede Spezies aus einer elternlos entstandenen Urzelle hervorgegangen ist? Wir können uns dieser Alternative nur erwehren durch Hypothesen, durch Glauben. Das grosse Problem der Wissenschaft, wenn wir es einmal losgelöst von jeder Hypothese ins Auge fassen, ist die staunenswerthe Mannigfaltigkeit der Organismen. Sie zeigt uns den *Caulerpa*typus in 50 Arten von theilweise bedeutender Verschiedenheit, die unter nahezu identischen äusseren Lebensbedingungen auftreten. Wenn ich einen Stein aus der Meerestiefe mit dem Schleppnetz heraufziehe, so kann er bedeckt sein mit einem Dutzend Florideenspezies von ganz verschiedener Gestalt, die unter absolut gleichen Verhältnissen durcheinander wachsen; und obgleich es gewiss uralte Pflanzen-

[1]) Vgl. Reinke: Die Assimilationsorgane der *Asparageen*. Eine kritische Studie zur Entwicklungslehre. S. 66.
[2]) Vgl. z. B. Nägeli, Abstammungslehre S. 170.

formen sind, so sind trotz enormer Länge der Zeit die gleichen Lebensbedingungen doch nicht imstande gewesen, jene Verschiedenheiten auszugleichen. Das spricht nicht nur dafür, dass jene Arten einen unveränderlichen Beharrungszustand im Laufe der Erdgeschichte erreicht haben, sondern wir werden auch anerkennen müssen, dass jede dieser Formen ihrer Lebensweise angepasst ist. Aber woher diese merkwürdige Verschiedenheit? Darauf fehlt uns jede Antwort, oder sie lautet: es ist eben die Mannigfaltigkeit, eine Grunderscheinung der Natur, die wir hinnehmen müssen, und die phylogenetisch aus inneren Ursachen hervorging.

Dritter Abschnitt.

Der morphologische Aufbau von Caulerpa.

1. Allgemeines.

Gegenüber dem wenig erfreulichen Zustande unseres phylogenetischen Wissens gewährt es einen schlechten Trost, dass andere Zweige unserer biologischen Erkenntniss gleichfalls mit Hypothesen und Ungewissheiten bepackt sind, selbt unsere elementaren physiologischen Begriffe, wie Athmung, Assimilation oder Wachsthum; denn das Dunkel des einen Gebietes wird durch das Dunkel im anderen nicht erhellt. Auf der anderen Seite ist es aber auch erfreulich, dass es Probleme giebt, die unserer Beobachtung nahezu vollständig zugänglich sind; das sind besonders die Thatsachen der Mannigfaltigkeit und die morphologische Seite der Ontogenie. Beide erforden zu ihrem Studium die Vergleichung: die Ontogenie eine Vergleichung der nach- und auseinander entstehenden Köpertheile, die Mannigfaltigkeit den Vergleich identischer Entwickelungsphasen bei verschiedenen Typen. Ein drittes Problem, das der Anpassung, untersucht zwar die Beziehungen der Gestalt zu den äusseren und inneren Lebensbedingungen, hat dabei aber stets auf die Mannigfaltigkeit Rücksicht zu nehmen und ist vielfach im Stande, in der Aufzeigung einer zweckmässigen Organisation die Erklärung solcher Wechselbeziehungen zu liefern.

Nachdem uns im ersten Abschnitte die Mannigfaltigkeit der Arten von *Caulerpa* entgegengetreten ist, will ich nunmehr versuchen, diese Mannigfaltigkeit in ihrem Zusammenhange mit Anpassung und Ontogenie zu erörtern.

Während die Einheitlichkeit des Caulerpatypus in erster Linie bedingt wird durch seinen Siphoneencharakter, d. h. durch seine Einzelligkeit bei zahlreichen Kernen, sodann durch das innere Netz der Zellstofffassern, zeigt sich die weitestgehende Arbeitstheilung in der Gliederung und Organbildung. Die der Assimilation dienenden Theile der Pflanze recken sich empor, stellen sich günstig zum Licht und entwickeln grosse Oberflächen im Vergleich zu ihrer Masse. Durch weithin kriechende Rhizome und Ausläufer werden sie umhergeführt, und Wurzeln in einer Vollkommenheit der Ausbildung, wie sie bei keiner Algengruppe sich wiederfinden, dienen der Anheftung nicht nur auf festem Gestein, sondern auch in weichem Boden und fungiren zugleich als Organe der Aufnahme von Nährstoffen. Aber während die Rhizome nur in zwei verschiedenen Typen auftreten, und auch die Wurzeln nur eine geringe Mannig-

faltigkeit in der Ausbildung zeigen, ist die Vielgestaltigkeit der Assimilatoren eine gradezu staunenerregende. Sie bringen fast alle bei anderen Pflanzen uns bekannte Typen von Assimilationsorganen hervor, eigentlich vermissen wir bei *Caulerpa* nur einen einzigen: nämlich den, der von *Marchantia*, *Riccia*, *Pellia*, *Parmelia* u. s. w. dargestellt wird. Auch eine gewisse Grösse ist für *Caulerpa* typisch: sie erreicht niemals die Laminariadimension, hält sich aber meistens oberhalb der Lebermoosgrösse.

Schon mit anderen Siphoneen, also den nächsten Verwandten, zeigt *Caulerpa* manche Aehnlichkeit im morphologischen Aufbau. Auf die Uebereinstimmung von *C. fastigiata* mit *Derbesia* und *Bryopsis*arten wurde bereits hingewiesen. Die Gruppe der *C. verticillata* erinnert an *Dasycladus* und *Botryocephalus; Udotea* bezitzt ein kriechendes Rhizom und flache Blätter, wie die Arten der *Prolifera*gruppe. Doch die Analogie zwischen diesem letzteren Typus und manchen Phanerogamen ist weit überraschender, der habituellen Uebereinstimmung zwischen anderen Caulerpen und „höheren" Pflanzen gar nicht zu gedenken. Es bedarf der Worte nicht, um dies auszudrücken; die Betrachtung der Abbildungen ist dafür hinreichend.

2. Das Rhizom.

Das Rhizom wächst horizontal, plagiotrop, entweder vom Erdboden bedeckt oder an seiner Oberfläche; es verzweigt sich daher vorwiegend in der Horizontalebene. Die Verlängerung findet ausschliesslich an der konisch verjüngten Spitze statt und ist im Prinzip unbegrenzt. Der Querschnitt des Rhizoms ist kreisrund; es besitzt also radiären Bau. Dennoch verhält es sich dorsiventral, da an seiner Unterseite Wurzeln, an seiner Oberseite Assimilatoren entspringen. Die Bildung von Auszweigungen erfolgt durch Entstehung seitlicher Auswüchse in geringerer oder grösserer Entfernung von der Spitze, deren Folge im Allgemeinen eine akroskope ist, die aber durch Adventivbildungen unterbrochen werden kann; die normalen Aeste (Wiederholungssprosse) des Rhizoms können sowohl der Oberseite wie den Flanken desselben entspringen. Abnorm können Rhizome auch adventiv aus Assimilatoren hervorbrechen, [1]) oder die Spitzen von Assimilatoren, indem sie sich dem Boden anschmiegen, wachsen unmittelbar zu Rhizomen aus, was namentlich bei *C. Webbiana* vorkommt, aber auch bei anderen Arten beobachtet wird. [2]) Während bei der grossen Mehrzahl der Arten die Oberfläche des Rhizoms, sofern sie nicht von Assimilatoren oder Wurzeln eingenommen wird, nackt ist, findet sie sich bei den Arten meiner Gruppe IX bedeckt von kleinen Blättern, die mit den Blättern der Assimilatoren übereinstimmen können, wie bei *C. Brownii*, oder die wegen abweichender Ausbildung beziehungsweise auch Farblosigkeit als Niederblätter von den grünen assimilirenden Laubblättern unterschieden werden müssen *(C. hypnoides)*.

3. Die Wurzeln.

Die Wurzeln stimmen darin mit dem Rhizome überein, dass sie radiäre Gebilde sind und sich durch Spitzenwachsthum verlängern; während bei den Rhizomen dieses Spitzenwachsthum aber ein unbegrenztes ist, ist es bei den Wurzeln begrenzt.

[1]) Klemm, l. c. S. 478.
[2]) Weber van Bosse l. c. S. 249.

Fig. 73. a abnorme, b normale Wurzel von *C. racemosa* (½).

Wir können zweierlei Wurzeln unterscheiden, die normalen und die Haarwurzeln; während jene allen Arten von *Caulerpa* zukommen, finden diese sich bei *C. pusilla* und *C. Lycopodium,* unter Umständen auch bei *C. Webbiana* und *C. hypnoides.*

Die normalen Wurzeln entspringen, wie dies am besten unsere Abbildung von *C. prolifera* S. 12 zeigt, hinter dem Vegetationspunkt des Rhizoms auf der Unterseite des Letzteren, wo sie niemals genau in einer Reihe angeordnet sind; sie folgen akroskop auf einander, doch kann diese Folge durch Adventivwurzeln unterbrochen werden. Unter Umständen können bei den verschiedenen Arten Adventivwurzeln auch der Basis eines Assimilators entspringen, woraus noch nicht auf ein Fehlen des Rhizoms geschlossen werden darf. Die Verzweigung der Wurzeln ist eine seitliche, normal gleichfalls akroskope, doch können auch hier adventive Zweige eingeschoben werden.

Die Wurzeln können entweder frühzeitig grössere seitliche Aeste treiben, die sich nach und nach in immer feinere Zweige zerklüften, wie bei *C. prolifera*, oder, was bei anderen Arten die Regel ist, als Ausnahme indess auch bei *prolifera* vorkommt, es entwickelt sich aus dem Rhizom zunächst ein orthotrop nach unten wachsender Wurzelkörper, aus dessen stumpfem Ende dann zahlreiche, sich rasch wiederholt theilende Faserwurzeln als dichter Büschel hervorbrechen. Diese Wurzelform ist z. B. typisch bei *C. racemosa* (Fig. 73 b). Die abgebildete Wurzel war in Quarzsand gewachsen, dessen Körner noch zwischen den Fasern hingen. In Fig. 74 ist die Ursprungstelle des Faserbüschels einer etwas dünneren Wurzel derselben Pflanze gezeichnet; man sieht, dass ganz zarte neben dickeren Wurzelästen entspringen, dass die Endigungen der letzten Fasern oft Abplattungen zeigen, an denen sie mit Sandkörnern zusammenhängen, entsprechend dem Verhalten der Wurzelhaare bei den *Phanerogamen.* Es ist vielleicht anzunehmen, dass derartige Wurzeln zunächst unverzweigt bleiben, so lange sie in ganz weichem Schlamm oder gar in Wasser wachsen, dass die Verzweigung aber eintritt, sobald sie auf dichteren Boden treffen. Wenn z. B. ein Ausläufer des Rhizoms über zerklüftetes Gestein hinwächst, dessen Klüfte theilweise mit weicherem Boden gefüllt sind, so wird die oberhalb solcher Kluft entstandene Wurzel anfangs im Wasser wachsen und erst später den Erdboden berühren, in dem ihre Aeste sich dann ausbreiten.

Eine eigenthümliche Modifikation dieses Wurzeltypus, auch von *C. racemosa,* ist in Fig. 73a gezeichnet. Zunächst entspringt am Rhizom ein Wurzelkörper, der in mehrfacher Wiederholung ähnliche Auszweigungen hervorbringt, deren einige eine ganz beträchtliche Länge erreichen, und

die schliesslich an der Spitze sämmtlich ein Büschel feiner Wurzelfasern hervorbringen.

Die Haarwurzeln finden sich bei *C. Lycopodium* und bei *C. pusilla* zusammen mit gewöhnlichen Wurzeln. Während letztere indess nur aus der Unterseite des Rhizoms hervorbrechen, entstehen die Haarwurzeln ringsum am Rhizom und bedecken dasselbe mit einem Filz, der bei *C. Lycopodium* stellenweise in längere Flocken übergehen kann. Sie entsprechen an Dimension etwa den feinsten Verästelungen der normalen Wurzeln; in Bezug auf ihre Gestalt bei *C. pusilla* ist unsere Fig. 7 auf S. 8 sowie Kützing, Tab. phyc. VII, Taf. 2; bei *C. Lycopodium* unsere Fig. 33 und 34 S. 23 zu vergleichen. — Die Haarwurzeln bei *C. Webbiana* und *C. hypnoides* können durch Auswachsen von Blättern und Blattzipfeln des Rhizoms entstehen.

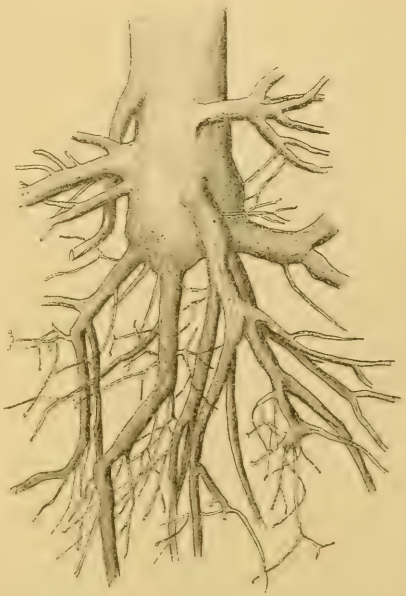


Fig. 74. Ursprungstelle des Faserbüschels einer Wurzel von *C. racemosa* ($\frac{2}{1}$).

4. Die Assimilatoren.

Während Rhizom und Wurzeln bei den *Caulerpa*arten sich in ähnlicher Weise monoton zeigen, wie bei den höheren Pflanzen, erinnern die Assimilatoren auch in ihrer Vielgestaltigkeit an die Assimilationsorgane der Phanerogamen. Es wäre überflüssig, hier diese zahlreichen Formen noch einmal im Ueberblick zusammenfassen zu wollen, da sie im ersten Abschnitte schon in möglichster Kürze erörtert sind, und ein Durchblättern der Zeichnungen den besten Ueberblick gewähren wird. Nur wenige allgemeinere Bemerkungen möchte ich mir noch gestatten.

Ich habe die Assimilatoren von *Caulerpa* bald Blätter, bald Sprosse genannt. Unter Spross verstehe ich jene morphologische Einheit, die sich aus Stengel und Blatt zusammensetzt, wie sie für die Laubmoose, Farrne und Phanerogamen typisch ist. Schon im Abschnitt I wurde darauf hingewiesen, dass dieser Gegensatz zwischen Stengel und Blatt bei manchen Arten, wie z. B. *C. prolifera* und *C. Brownii*, ganz unanfechtbar besteht, bei anderen aber rein konventionell wird, wie z. B. bei *C. trifaria*. Wollte ich letztere in die Gruppe der *C. taxifolia* stellen, so müsste ich den Assimilator ein Blatt nennen; da ich sie aber in der Gruppe der *C. hypnoides* unterbringe, so habe ich ihn als dreizeilig beblätterten Spross aufgefasst.

Entspringen blattartige Assimilatoren dem Rhizom, so können sie ungetheilt *(C. prolifera)* oder fiederig zerschnitten *(C. plumaris)* sein, und im letzteren Falle können die Fiedern sogar mehrzeilig werden. Bei sprossartigen Assimilatoren sind die Blätter einfach *(z. B. Harveyi, macrodisca, Brownii)*, oder zertheilt *(hypnoides, obscura, Cliftoni)*. Dass die am Rhizom auftretenden Blätter schon durch Kleinheit und Farblosigkeit den Charakter von Niederblättern annehmen können trotz einer dabei reicheren Gliederung, als die Laubblätter des Assimilators sie besitzen,

zeigt *C. hypnoides*. Die manchen Laubblättern der letzteren Art aufsitzenden Spitzchen zeigen, dass sie in Bezug auf die äussere Gestalt von den Niederblättern durch Reduktion abgeleitet werden können, die sie nur an Grösse und Clorophyllgehalt übertreffen. So kann man sogar von einer Metamorphose des Blattes bei einzelnen *Caulerpa*arten sprechen.

Bleiben wir zunächst noch bei den blattartigen Assimilatoren, als deren Beispiel *C. prolifera* uns dienen mag. Die Blätter aller dieser Arten beginnen aus dem Rhizom hervorzuwachsen als radiäre, orthotrope Blattstiele, die sich alsbald zu der bilateralen Spreite erbreitern, die auch noch als ganz flaches Gebilde für orthotrop und keineswegs dorsiventral gelten muss, während das Rhizom radiär, plagiotrop und dorsiventral ist. Dabei ist interessant, dass bei fiedertheiligen Blättern die Zweizeiligkeit keine absolut constante Eigenschaft ist, sondern an einer und derselben Pflanze Abänderungen unterliegen kann *(C. plumaris)*. Die Blätter besitzen zunächst Scheitelwachsthum; sind sie gefiedert, so wächst auch die einzelne Fieder an der Spitze; später pflegt intercalare Vergrösserung hinzuzukommen. Dabei ist ihr Wachsthum begrenzt; nachdem eine gewisse Grösse erreicht ist, erlischt die Thätigkeit des apicalen Vegetationspunktes, mitunter sehr früh.

Die Blätter von *C. prolifera* haben auch, wie Janse (l. c. S. 236) gezeigt hat, eine bipolare Organisation, die auf Erblichkeit beruht, also Spitze und Basis.

Was die sprossartigen Assimilatoren anlangt, so besitzen bei ihnen die Axen allgemein, die Blätter jedenfalls in der Mehrzahl Spitzenwachsthum; ob nicht einige der kleineren Blattformen gleich nach der Anlage intercalar weiter wachsen, mag vor der Hand unentschieden bleiben; bei *C. Selago* und *C. paspaloides* hat es den Anschein. Aber auch das Wachsthum jener Axen ist, im Gegensatz zu den Rhizomen, ein begrenztes; mitunter kann man im Sprosssystem eines verzweigten Assimilators Langtriebe und Kurztriebe unterscheiden, wie bei *C. paspaloides* und *C. hypnoides*. Die Gestalt der Blätter ist überwiegend radiär, von *C. macrodisca* und *C. racemosa* bis zu *C. Brownii*, kann aber auch bilateral sein, wie bei *cupressoides, verticillata, pusilla* und *hypnoides*. Bemerkenswerth ist auch bei den sprossartigen Assimilatoren das Schwanken in der Zahl der Blattzeilen, wofür *C. racemosa* und *C. cupressoides* in ihren verschiedenen Varietäten eine Fülle von Beispielen geben. Für letztere Art namentlich ist charakteristisch, dass verschiedene Aeste eines Rhizoms darin von einander abweichen können; solche Sprosse schwanken in ihrem Aufbau zwischen bilateral und radiär hin und her. Auch bei *C. plumaris* kommen neben zweizeilig gefiederten Assimilatoren mehrzeilige vor.

5. Vegetationspunkte.

Den Vegetationspunkten von *C. prolifera* hat bereits Nägeli in seiner ausgezeichneten, auch heute noch nach Inhalt und Form mustergültigen Arbeit besondere Aufmerksamkeit gewidmet.[1]) Er zeigte, dass in ihnen das Wachsthum eingeleitet wird, um bald hinter denselben zu erlöschen. In dem conisch zugespitzten Vegetationspunkte des Rhizoms ist die Zellwand sehr zart und ohne Verdickungsschichten, um dicker zu werden, je weiter sie sich vom Scheitel entfernt; auch die inneren Fasern sind in der Spitze sehr dünn, weiter rückwärts verdicken sie sich. Das Protoplasma des Vegetationspunktes ist homogener Schleim. Die Fasern stehen an

[1]) l. c. S. 140 ff.

der Spitze ganz eng ineinander, nach hinten rücken sie bis auf einen gewissen Punkt allmählich auseinander. Wenn ihre Abstände gleich werden, hört die Streckung der Zelle auf. Analog verhält sich der Vegetationspunkt der Wurzeln. Auch die wachsenden Blätter tragen den Vegetationspunkt an der Spitze, bei der Bildung des cylindrischen Blattstiels verhält er sich wie der Vegetationspunkt des Rhizoms; wenn aber die Spreitenbildung beginnt, wird der Vegetationspunkt in die Breite gezogen und kommt schliesslich in den Grund der rundlichen Ausbuchtung junger Blätter zu liegen; er ist linienförmig geworden. „An einem wachsenden Blatte unterscheidet man vier Zonen, welche ebenso vielen Entwicklungsstadien entsprechen. Unmittelbar unter der eingedrückten Spitze liegt eine Scheibe ungefärbten und homogenen Schleimes, der nach unten zu fein gekörnt und schwach grünlich erscheint. Unterhalb dieser ersten liegt eine zweite, etwas breitere und seitlich sich weiter ausdehnende Zone, in welcher die Fasern schon als zarte Linien vorhanden sind. — Die Zellmembran ist über der Schleimzone oder über dem punctum vegetationis sehr zart, dort findet neue Membranbildung statt“[1]). Dann zeigt Nägeli, dass auf diese Region des eigentlichen Spitzenwachsthums noch eine Zone intercalarer Ausdehnung folgt, indem die Ansatzpunkte der Fasern immer weiter auseinander rücken, bis ihr Abstand in einer gewissen Entfernung vom Scheitel constant wird.

Ich möchte hinzufügen, dass die Einbuchtung des Scheitels junger Blätter von *C. prolifera* derjenigen von *Fucus vesiculosus* entspricht und als eine Schutzvorrichtung des eigentlichen Vegetationspunktes angesehen werden kann. —

Bei meinen vergleichenden Studien über die Vegetationspunkte verschiedener Arten von *Caulerpa* war ich auf Herbarienmaterial beschränkt; es war daher von den inneren Verhältnissen ganz abzusehen und nur die äussere Gestaltung ins Auge zu fassen; bei vorsichtiger Behandlung mit eau de javelle liessen sich von mehreren Arten brauchbare Präparate gewinnen. Da die Entwicklung aus den Vegetationspunkten das einzige Stück Embryologie ist, welches bei *Caulerpa* beobachtet werden kann, so besitzen die gewonnenen Bilder ein nicht unerhebliches Interesse.

Was zunächst die Grundform *C. fastigiata* anlangt, so gelang es zwar nicht, an dem mir zugänglichen Material mit Sicherheit wachsende Spitzen aufzufinden; indessen kann nicht bezweifelt werden, dass auch diese Art Scheitelwachsthum besitzt.

C. verticillata zeigt dies Scheitelwachsthum dagegen auf das Deutlichste (Fig. 75 a.). In dieser Figur ragt der Stammvegetationspunkt um ein Beträchtliches über den jüngsten Blattwirtel hinaus, er ist im Begriff, ein Internodium zu bilden. Später tritt dann die Anlage eines neuen Blattwirtels in Gestalt kleiner Höcker ziemlich nahe der Spitze hervor; ein bezügliches Präparat zeigte dies, war aber etwas verunglückt, so dass es sich zum Zeichnen nicht eignete. Die Internodien entstehen also durch Längenwachsthum des Vegetationspunktes ohne Astbildung, nicht etwa durch Streckung zwischen zwei Wirtelanlagen. Es sind im Vegetationspunkte Kräfte thätig, die ein blosses Längenwachsthum der Axe veranlassen, und in rhythmisch sich wiederholender Periode greifen andere Kräfte ein, die einen Blattwirtel hervorbringen. Ein Schutz des Stengelvegetationspunktes wird immer gewährt durch die Uebergipfelung der Stengel-

[1]) l. c. S. 142.

Fig. 75 a. Vegetationspunkt von *C. verticillata*.

spitze seitens der jungen Blätter. Die Blätter wachsen gleichfalls an der Spitze und gabeln sich durch dichotome Theilung ihres Vegetationspunktes.

Von *C. pusilla* konnten der Vegetationspunkt des Rhizoms, der dicht unter seiner Spitze eine Seitenastanlage bildete, sowie der Vegetationspunkt einer ganz jungen Anlage eines Assimilators beobachtet werden; ich verweise auf Fig. 7 b S. 8.

Da das Verhalten der Vegetationspunkte bei Rhizomen und Wurzeln allgemein dem von *C. prolifera* zu entsprechen scheint, so beschränke ich mich bei nachstehenden Arten auf die Betrachtung des Spitzenwachsthums der Assimilatoren.

In Fig. 76 a ist die wachsende Spitze eines der fiederspaltigen Blätter von *C. pinnata* var. *mexicana* gezeichnet. Die jungen Fiedern bilden durch ihre Hyponastie einen wirksamen Schutz des Vegetationspunktes. Das erste Fiederpaar besteht noch aus zwei ganz kleinen Höckern, beim zweiten ist die Gestalt der Spitzen schon herausmodellirt. Damit ist das ursprünglich zweifellose Spitzenwachsthum der Blattanlagen abgeschlossen und die weitere Vergrösserung beruht auf intercalarer Streckung, die ja, wenn die Fiedern sich später horizontal stellen, auf das Deutlichste in der hierfür erforderlich werdenden epinastischen Förderung des Wachsthums der oberen Längskante des Blattes hervortritt.

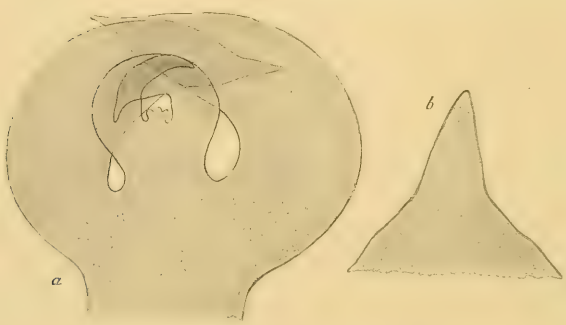


Fig. 76 a. Vegetationspunkt von *C. pinnata* var. *mexicana*.

Ganz analog verhält sich das Spitzenwachsthum der gefiederten Blätter von *C. Holmesiana* (Fig. 77 a). Die Blattspindel verlängert sich durch Spitzenwachsthum ihres Vegetationspunktes; das Spitzenwachsthum der Fiedern geht sehr bald in intercalares über, das sich gerade durch den Wechsel der hyponastischen Krümmung und der späteren epinastischen Zurückkrümmung als ein ungleichseitiges Längenwachsthum der jungen Blätter dokumentirt; der Knospenschutz ist bei dieser Art soweit entwickelt, wie das bei zweizeiliger Fiederstellung möglich ist. Sobald die Blattspitze ausgebildet, ist das Spitzenwachsthum erloschen; man kann auch sagen, das Längenwachsthum der Fiedern erlischt an der Spitze zuerst.

Fig. 77 a. Vegetationspunkt von *C. Holmesiana*.

Verhältnissmässig länger dauert das Spitzenwachsthum der Fiedern im Blattvegetationspunkte der sich sonst ganz gleich verhaltenden *C. plumaris* (Fig. 78 a), und es wurde schon früher darauf hingewiesen, dass die starke hyponastische Krümmung der Fiedern bei dieser Art vielfach unterbleibt, an manchen Exemplaren indess auch deutlich hervortritt. Fig. 78 b lehrt, dass die Variante dieser Art mit mehrzeiligen Fiedern diese Mehrzeiligkeit schon am Vegetationspunkte hervortreten lässt. Der Schutz des Vegetationspunktes ist bei *C. plumaris* also häufig ein unvollkommnerer, als bei *C. Holmesiana;* im Mehrzeiligwerden der Fiedern ist die Tendenz zu wirksamerem Schutze des Spindelvegetationspunktes gegeben, denn sobald hyponastische Krümmung vorhanden ist, wird der Knospenschutz bei mehrzeiligen Fiedern oder Blättern natürlich ein vollkommnerer als bei zweizeiligen, da die deckenden Auszweigungen den Scheitel der Spindel von allen Seiten her übergipfeln.

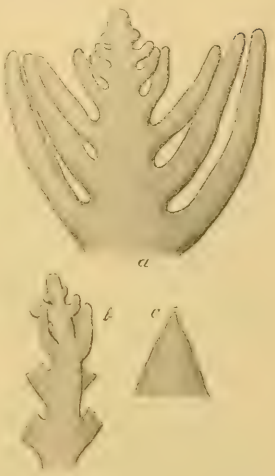


Fig. 78. Vegetationspunkte von *C. plumaris*.

Ganz analog verhalten sich die Spitzen derjenigen Assimilatoren, die ich als Sprosse auffasse. Sie, die durchweg mehrzeilig beblättert sind, erhalten dadurch einen von allen Seiten wirksamen Knospenschutz. Das Längenwachsthum der Achsen erfolgt an der Spitze durch Thätigkeit des Vegetationspunktes; in Bezug auf das Wachsthum der Blätter ergeben sich mancherlei Verschiedenheiten.

Der Vegetationspunkt des Stengels von *C. Brownii* (Fig. 79) zeigt rechts eine Ausbuchtung, die als frühster Anfang eines Blattes anzusehen ist, darunter stehen drei junge und noch tiefer drei ältere Blattanlagen; bei allen ist die Membran über dem Scheitel am zartesten, es darf daher von Spitzenwachsthum gesprochen werden. Das intercalare Wachsthum tritt aber daneben schon in der Krümmung der jüngeren, noch deutlicher in der Gestalt der älteren Anlagen hervor, es dauert, solange das Blatt überhaupt wächst, um dann an der Spitze zuerst zu erlöschen.

Fig. 79. Vegetationspunkt von *C. Brownii*.

In Fig. 80a ist ein Sprossvegetationspunkt von *C. obscura* gezeichnet, dessen jüngste Blattanlagen noch unverzweigt sind und in diesem Stadium intercalar wachsen; links ist bereits ein ganz junges Fiederblatt vorhanden, und b ist ein älteres Fiederblatt. Sobald ein Blatt einen Seitenast getrieben hat, wächst es, nunmehr zur Spindel eines Fiederblattes geworden, nur noch an der Spitze weiter, während die Blättchen sich intercalar verlängern und schnell den Vegetationspunkt der Spindel beträchtlich übergipfeln.

Der *C. obscura* ähnlich verhält sich der Vegetationspunkt der Assimilatoren von *C. hypnoides* (vergl. Fig. 48a, S. 32) nur dass hier die Blätter sich dichotom verzweigen anstatt fiedrig, und dass die Scheitel der jungen Blätter nur bis zur letzten Gabelung wachsen, nach Ausbildung der Spitzen wenigstens ihr Wachsthum einstellen, so dass die Grössenzunahme der Blattanlagen ganz überwiegend auf intercalarer Streckung beruht.

Fig. 80. *C. obscura*; a Vegetationspunkt eines Sprosses, b eines Blattes.

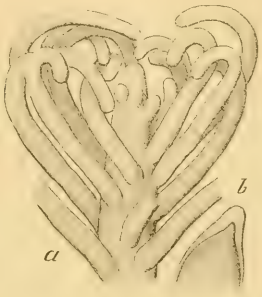


Fig. 81a. Vegetationspunkt von *C. Harveyi*.

Fig. 82a. Vegetationspunkt von *C. Selago*.

Ein verhältnissmässig lang andauerndes und zunächst jedenfalls überwiegendes Spitzenwachsthum zeigen die Blätter von *C. Harveyi*, denn bei diesen ist die Membran über dem Scheitel längere Zeit äusserst zart und dünner als an den übrigen Theilen (Fig. 81a.) Bei dieser Art findet die hyponastische Krümmung auch in der Nähe der Spitze statt; doch ist chemotropische Anziehung durch den Stammscheitel als veranlassender Reiz nicht ausgeschlossen. Immerhin besteht intercalares Wachsthum wenigstens im oberen Theile der Blätter auf weitere Entfernung von der Spitze hin. Wie *C. Harveyi* verhält sich *C. Lycopodium* (vergl. Fig. 35a, S. 24), was ich als Indicium der Verwandtschaft beider Arten verwendet habe.

Fig. 83a, b. Vegetationspunkte von *C. paspaloides*.

Gerade entgegengesetzt verhalten sich die Blattanlagen am Vegetationspunkte von *C. Selago* (Fig. 82a), wodurch diese Art auch in einen Gegensatz zu *C. plumaris* tritt, mit der W. v. B. sie zusammenstellt. Denn bei *C. Selago* bildet sich schon an ganz jungen Blattanlagen die Spitze aus, womit hier das Wachsthum erloschen ist, so dass es sich dann nur noch intercalar unterhalb der Spitze vollzieht. In dieser Beziehung stimmt *C. Selago* mit *C. paspaloides* überein (Fig. 83a und b), bei der an den jüngsten Blattanlagen eine Spitze schon sichtbar wird. In beiden Figuren sind die Spitzen junger Kurztriebe gezeichnet. Leider blieb bei dem geringen zur Verfügung stehenden Material manches unklar, und würden zur völligen Aufklärung wohl in Spiritus konservirte Exemplare erforderlich sein. Nur soviel scheint mir festzustehen, dass wegen der frühen Ausbildung der Spitze an den Anlagen das ganze Wachsthum der getheilten Blätter ein intercalares ist, obwohl der Aufbau ein dichotomer zu sein scheint; vermuthlich ist diese Dichotomie aber nur eine scheinbare und beruht auf dem stärkeren Wachsthum des unterhalb der Spitze entstandenen Seitenastes.

Soweit es sich um Schutzeinrichtungen handelt, scheint mir im Verhalten der Vegetationspunkte der Assimilatoren von *Caulerpa* eine weitgehende Analogie mit dem Wachsthum

und der Knospenbildung der *Cormophyten* hervorzutreten. Bemerkenswerth bleibt indess, dass bei mehreren Arten der Vegetationspunkt eines Knospenschutzes völlig entbehrt.

Abgesehen davon, dass dies an den Wurzeln, Rhizomen und den nackten Stielen von Assimilatoren (vgl. z. B. auch *C. flagelliformis*, Fig. 10 S. 11) allgemein der Fall ist, können auch beblätterte Assimilatoren ungeschützte Vegetationspunkte besitzen. Als erstes Beispiel nenne ich *C. cupressoides* (Fig. 42 S. 28) und *C. plumulifera* (Fig. 45 S. 30), als zweites *C. racemosa* und Verwandte (Fig. 55 S. 37 und 61 S. 40), als drittes die Arten der Gruppe von *C. Fergusonii* (Fig. 66, S. 42; Fig. 68, S. 43; Fig. 69 und 70, S. 44). Es lässt sich zu dieser Erscheinung weiter nichts sagen, als dass alle die zuletzt genannten Arten eines Schutzes ihrer ontogenetischen um nicht zu sagen embryologischen Entwicklung entbehren, der bei den *Cormophyten* als ein höchst wichtiger anerkannt wird, und dass sie trotzdem nicht ausgestorben sind; es gilt für sie somit das Wort: „Es geht auch so", wenigstens unter den Lebensbedingungen, deren sie sich erfreuen, und bei der sonstigen Lebenszähigkeit, die sie besitzen.

6. Innere Differenzirung.

Soweit der Erhaltungszustand des Materials ein Urtheil ermöglicht, lässt sich sagen, dass eine weitgehende Uebereinstimmung der inneren Struktur bei allen Arten von *Caulerpa* besteht; dies ergiebt sich aus den Beobachtungen Kützing's, Agardh's, Weber van Bosse's wie aus meinen eigenen. Um aber dies provisorische Urtheil zu einem endgültigen zu machen, würden umfangreiche Untersuchungen lebender oder in guten Conservirungsmitteln aufbewahrter Pflanzen erforderlich sein.

Daher kennen wir genauer nur den inneren Bau von *C. prolifera* dank der Bemühungen Nägeli's, Wakker's, Janse's, Noll's und Klemm's, und es sei hier auf jene Arbeiten verwiesen. Ich selbst beschränke mich auf wenige Bemerkungen.

Schon im Eingange sprach ich mich dafür aus, *Caulerpa* mit Nägeli als einzellig zu definiren. Ich will damit aus der Einzelligkeitsfrage keine Partei- oder Standpunktsfrage machen, denn der objektive Naturbestand bleibt doch der gleiche, wie wir ihn auch benennen mögen. Die Caulerpen sind einfache, von einer continuirlichen Zellwand umhüllte Protoplasten, die in verschiedener, gesetzmässiger Weise wachsen und sich gliedern; und wenn unzweifelhaft die Gestalt des Ganzen die Entwicklung des Einzelnen beherrscht, wie bei einer vielzelligen Pflanze, so gilt einerseits ein Gleiches von jeder Zelle, andrerseits vollzieht sich das Verschiedenwerden der Theile bei *Caulerpa* ohne Zelltheilung.

Die Vielkernigkeit von *Caulerpa* halte ich für eine Folge der Grösse und Gestalt der Zelle, eine Anpassung an diese besonderen Verhältnisse. Sehen wir den Kern als Sitz eines Kraftcentrums an, so kann seine Wirkungssphäre nur eine begrenzte sein, er kann über einen gewissen Rayon hinaus das Protoplasma nicht beeinflussen. Ueberschreitet die Grösse der Zelle diesen Rayon, so hilft sie sich nicht durch entsprechende Vergrösserung des Kerns, die unpraktisch wäre, sondern durch Vervielfältigung des Kerns. Dass aber *Caulerpa* aus Zellen oder „Energiden" zusammengesetzt sei, ist eine gekünstelte Ausdrucksweise; viel einfacher ist es, zu sagen, die Kerne sind im Protoplasma vertheilt. Wo sollten denn die Grenzen der „Energiden" liegen, da die Kerne im Protoplasma ihren Ort zu ändern vermögen? Meines Erachtens verbaut man

BIOLOGIE

sich durch Einführung des Wortes Energiden, das schon wegen der Aehnlichkeit mit „Energie" unglücklich gewählt ist, eine klare und einfache Anschauung. *Caulerpa* ist einzellig und vielkernig — das ist völlig ausreichend zur Charakteristik der Pflanze.

Die Konfiguration und Bewegung des Protoplasma ist von Janse genauer studirt worden. Er unterscheidet Meristemplasma, Assimilationsplasma, Leitungsplasma, doch muss wegen der Einzelheiten auf die Arbeit selbst verwiesen werden. Dass der Zellleib von *Caulerpa* hoch differenzirt ist, geht schon aus Nägeli's Untersuchungen hervor, der, wie es scheint, auch schon die Entstehung der Reservestärkekörner in Stärkebildnern beobachtet hat[1]).

Keiner Art fehlt das innere Gerüst aus Zellstofffasern; nur die zartesten Wurzelverzweigungen und Theile der Blätter der *C. pusilla* sind frei davon. Nägeli giebt diesen Fasern eine mechanische Erklärung, sie sollen zur Erhöhung der Festigkeit der Pflanze dienen; dass sie dies thun müssen, kann keinem Zweifel unterliegen. Besonders wichtig sind sie nach Nägeli für die Blätter, „welche dadurch in ihrer flächenförmigen Gestalt erhalten werden", weil die Fasern in diesen vorwiegend senkrecht zur Blattfläche verlaufen. Auch wenn beschädigte Theile von den gesunden sich durch geronnenes Protaplasma abschliessen, wird dieser Plasmapfropf durch die Fasern wesentlich befestigt.

Auch Janse[2]) gelangt zu dem Ergebniss, dass die Fasern zur Konservirung der Organform dienen, da sie in der lebenden Pflanze durch den Turgor gedehnt sind, sich also in Zugspannung befinden. Bei *C. prolifera* sollen sie hindern, dass die beiden Oberflächen des Blattes durch den Turgor von einander entfernt werden.

Ohne diese Bedeutung der Fasern, welche Nägeli und Janse hervorheben, im geringsten bezweifeln zu wollen, möchte ich doch auch glauben, dass sie als inneres Skelett des Plasmaleibes nicht ohne Bedeutung sind. Wenn auch zahlreiche feine Plasmastränge sich quer durch die Maschen des Flechtwerks hindurchziehen, so würde die reiche Entwicklung des plasmatischen Systems im Innern der Zelle doch ohne das Gerüst vielleicht nicht möglich sein. Man denke an *Valonia,* die kein Fasergerüst aber auch keine durch das Innere der Zelle laufende Plasmastränge besitzt[3]).

Was den Aufbau des Gerüstes im Einzelnen anlangt, so zeigt schon die Anordnung der Fasern im radiären Rhizom und den flachen Blättern bei *C. prolifera* eine erhebliche, von der Gestalt dieser Organe abhängige Verschiedenheit. Im Rhizom ist das Netzwerk nach allen Richtungen gleichförmig entwickelt, in den Blättern laufen die Hauptstränge normal von Fläche zu Fläche und stehen nur durch dünnere Nebenstränge mit einander in Verbindung. Im allgemeinen findet man eine entsprechende Anordnung auch bei anderen Arten von *Caulerpa.*

In Fig. 84 ist die ausgewachsene Spitze eines der feinen, cylindrisch-fadenförmigen Aeste von *C. fastigiata* im Längsschnitt gezeichnet. Hier zeigen die Fasern einen ganz vorwiegenden Querverlauf, sie bilden im allgemeinen den Durchmesser des Cylinders, und nur hier und da hängen ein paar verschieden hoch inserirte Fasern durch eine schräg verlaufende zusammen; Fasern, die dem Verlaufe der Längsaxe des Fadens folgten, fehlen gänzlich. Aehnlich ist der Verlauf

[1]) l. c. S. 149.

[2]) l. c. S. 269—279.

[3]) Wegen der abweichenden Ansicht Noll's über die physiologische Bedeutung des Fasergerüsts vgl. Arb. d. Bot.-Inst. in Würzburg III. S. 459 (1888).

in den zarteren Auszweigungen anderer Arten, z. B. den langgestreckten Fiedern und Blättern von *C. Holmesiana, plumaris, Lycopodium, Brownii* u. s. w. (vgl. auch W. v. B. S. 252). In kugeligen oder eiförmigen Blättern dagegen, wie sie z. B. in der Gruppe der *C. papillosa* sich finden, bilden sie ein nach allen Richtungen anastomosirendes Netzwerk, wie in den Rhizomen.

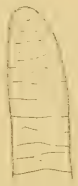


Fig. 84. Verlauf d. inneren Fasern im Faden von *C. fastigiata.*

Ich möchte noch auf eine Korrelation hinweisen, welche durch Fig. 85 ihre Erläuterung finden mag, aber allgemeinere Gültigkeit zu besitzen scheint. Es ist ein Querschnitt aus der Axe des Assimilators von *C. simpliciuscula*, auf dem zwei Blätter im Längsschnitt getroffen sind. Obgleich die Vergrösserung nur eine schwache ist, so erkennt man doch, dass dem grösseren Durchmesser der Axe nicht nur eine dickere Zellwand, sondern auch viel dickere Fasern und weit grössere Maschen zu kommen, als den kleineren, von zarterer Membran umschlossenen Blättern. In noch höherem Grade tritt dies bei *C. papillosa* hervor; in der S. 42 Fig. 65 gegebenen Abbildung liess sich das Fasernetz der Blätter überhaupt nicht zur Darstellung bringen, weil es für den Maasstab viel zu fein war.

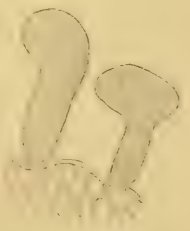


Fig. 85. Fasergerüst im Stengel und in den Blättern eines Assimilators von *C. simpliciuscula.*

Eine eingehendere vergleichende Anatomie des Fasergerüsts in den verschiedenen Organen der *Caulerpa*arten dürfte vielleicht noch manche eigenthümliche Strukturen zu Tage fördern. Hier sei nur noch in Bezug auf die Wurzeln erwähnt, dass deren derbere Aeste von einem Fasergerüst erfüllt sind, während dasselbe in den letzten feinen Auszweigungen und in den Haarwurzeln fehlt. Von Theilen der Assimilatoren erwiesen sich nur die oberen Auszweigungen der Blätter bei *C. pusilla* frei von Fasern.

7. Die Anpassung in der Mannigfaltigkeit der Gestalten.

Die Gattung *Caulerpa* ist auch darum interressant, weil sie zeigt, dass unter gleichen äusseren Lebensbedingungen, bei im wesentlichen gleicher innerer Struktur die äussere Gestalt ausserordentlich verschieden sein kann. Sie lehrt, dass die gleichen funktionellen Aufgaben, auf denen das Leben beruht, unter den gleichen Umständen durch eine sehr verschiedenartige Gliederung des Organismus gelöst werden können. Hierin besteht das Wesen der organischen Mannigfaltigkeit; dadurch wird die Vielgestaltigkeit der Formen zu einem so wichtigen Probleme der Biologie.

Alle Caulerpen sind dem Lichtleben im Wasser angepasst; jede Art ist ein Spezialfall dieser Anpassung, und alle sind verschieden geformt.

Diese Verschiedenheit beruht aber nicht auf besonderen Anpassungscharakteren. Die Assimilationsarbeit lässt sich bewerkstelligen so gut mit den gleichartigen feinen Fäden der *C. fastigiata,* wie mit den breiten ungetheilten Blättern der *C. prolifera,* den grossen fiederspaltigen Blättern der *C. taxifolia* und den kleinen einfachen Blättern der *C. racemosa* und *Lycopodium.* Alle diese Typen haben sich erhalten, weil mit jedem von ihnen die Erhaltung des Lebens möglich ist. Eine Anpassung an die gleiche Funktion ist in vielen Gestalten möglich — es ist von der Anpassung eben nur zu verlangen, dass sie Formen schafft, die lebensfähig sind.

Die Vielgestaltigkeit der Arten bringt zum Ausdruck: es geht so, und es geht auch so, und es geht noch ganz anders.

Also alle Assimilatoren der verschiedenen Spezies sind Anpassungen an ihre Funktion, alle bringen das Prinzip der Entwicklung einer hinreichenden, chlorophyllhaltigen Oberfläche zum Ausdruck; aber in welcher Mannigfaltigkeit der Methode!

Die so verschieden gestalteten Assimilatoren sind Sonderanpassungen in dem Sinne, dass sie auf besondere Weise sich der gleichen Funktion anpassen, doch nicht in jenem anderen Sinne, dass jede eine besondere Anpassung zum Ausdruck brächte. Dies ist durchaus nicht erkennbar, da alle ihre Sache gleich gut machen und keine etwas besonderes leistet, der Modifikation ihrer Gestalt auch keinerlei Funktionswechsel entspricht. Wer es liebt, auf die Unterscheidung von morphologischen und Anpassungsmerkmalen Werth zu legen, der wird daher die Speziescharaktere von *Caulerpa* sowohl zu den ersteren wie zu den letzteren rechnen müssen.

Ob im Rahmen dieser Mannigfaltigkeit auch untergeordnete Merkmale vorkommen, welche geradezu unzweckmässig genannt werden müssten, ist zweifelhaft, jedenfalls konnten sie nicht als solche erkannt werden. Aber die Möglichkeit ist zuzugeben, man könnte sogar die ungeschützten Vegetationspunkte dahin rechnen, und dann würde man sagen müssen, dass der Organismus trotz solcher Unzweckmässigkeiten zu bestehen vermag, dass er ihr Vorhandensein gut verträgt.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand will ich auch gar nicht verkennen, dass einzelne *Caulerpa*arten ihrer Organisation nach vollkommener, ich meine den Hauptfunktionen vollkommener angepasst, andere unvollkommener genannt werden können. Bei Arten, wie *C. hypnoides*, bringt die Kleinblättrigkeit es mit sich, dass sie in jeder Lage das Sonnenlicht vielleicht besser ausnutzen, als *C. taxifolia* oder *prolifera*, im bewegten Wasser dürften sich gleichfalls Vorzüge gegenüber den letzteren geltend machen. Ferner sind bei *C. hypnoides, Brownii* u. s w. die Vegetationspunkte am vortheilhaftesten geschützt. Aber die Erfahrung lehrt, dass trotz dieser anscheinenden Unvollkommenheit *C. prolifera* so wenig wie *C. plumaris* in ihrer Existenz bedroht ist, und schwerlich ist zu besorgen, dass diese weniger vollkommen angepassten Formen durch Selektion ausgemerzt werden, so dass zuletzt nur die kleinblättrigen Arten übrig blieben. Auf ihre Weise repräsentirt doch jede Spezies ein Optimum der Anpassung, wodurch sie zu einer konstanten Form geworden ist, als Endglied einer besonderen Entwicklungsreihe nicht beständiger Phylembryonen.

Die Vielgestaltigkeit von *Caulerpa* ist nur ein Beispiel, ein Einzelfall einer im Reiche der Organismen verbreiteten Erscheinung. Unter den Wasserpflanzen möchte ich an die *Podostemaceen* erinnern, ferner an *Potamogeton*, an die *Nymphaeaceen* mit Einschluss von *Cabomba*. Aber unter den Landpflanzen sind die Beispiele noch zahlreicher, und man wird es begreiflich finden, wenn ich zuerst an eigene frühere Arbeitsgebiete denke, an *Asparagus*, an die Leguminosen, darunter speziell an die neuholländischen Acacien. Wohl machen sich bei diesen Landpflanzen immer die äusseren Faktoren der Entwicklung in massgebender Weise geltend; aber auch innerhalb der zweifellos xeromorphen oder hygromorphen Gruppen ist doch oft die Vielgestaltigkeit der Assimilatoren staunenerregend, z. B. bei den neuholländischen *Podalyrieen*, den *Genisteen*, den phyllodinen Acacien. Wenn xeromorphe Formen aus hygromorphen entstanden sind, warum entwickelte sich nicht eine einzige Gleichgewichtslage der Gestalt, sondern Hunderte? Sollten

doch lauter getrennte Ausgangspunkte der Entwicklung vorhanden gewesen sein? Sollte dies auch der Grund für die Vielgestaltigkeit von *Caulerpa* sein? Ich muss gestehen, dass ich mich nicht entschliessen kann, daran zu glauben. Dann aber muss die Vielgestaltigkeit solcher Typen wesentlich „inneren Ursachen" zugeschrieben werden.

8. Die Fortpflanzung.

Die Frage nach der Fortpflanzung von *Caulerpa* gilt für eine heikle. Man kann es öfters zu hören bekommen, dass wir die Fortpflanzung, beziehungsweise die Fortpflanzungsorgane von *Caulerpa* noch nicht kennen. Man denkt dabei an Schwärmsporen, mögen dieselben geschlechtlich differenzirt oder ungeschlechtlich sein. Man hat Anlass dazu, weil die den Caulerpen nächststehenden grünen Algen sich durch Schwärmsporen fortpflanzen. Aber bei *Caulerpa* hat man bisher kein sicheres Anzeichen für die Bildung von Schwärmsporen gefunden. Ich meinerseits bin geneigt, zu glauben, dass keine der heute lebenden Arten Schwärmsporen hervorbringt, dass es eine vergebliche Hoffnung ist, ihre Entdeckung von der Zukunft zu erwarten. Die Unmöglichkeit einer solchen Entdeckung bestreite ich natürlich nicht, nur scheint mir ihre Wahrscheinlichkeit eine äusserst geringe zu sein; sollte sie noch gemacht werden, es würde mich freuen, dies zu erleben.

Ich stütze meine vorläufige Ueberzeugung auf den negativen Ausgang aller seitherigen Bemühungen, Schwärmsporen oder eine andere Art von Fortpflanzungsorganen zu finden. Was zunächst *C. prolifera* anlangt, so habe ich selbst und viele andere Botaniker Tausende von lebenden Exemplaren zu allen Zeiten ihrer Vegetationsperiode erfolglos durchmustert. Man kann nun sagen, *C. prolifera* mag wohl apogam und apospor geworden sein, doch warum sollen sich Sporen bei anderen Arten nicht finden; sind doch erst so wenige von ihnen im lebenden Zustande genauer untersucht worden. Demgegenüber mache ich geltend, dass an getrocknetem Material viele Tausende von Exemplaren, zu sehr verschiedener Zeit gesammelt, sich in den europäischen Herbarien befinden, und dass an keinem Exemplare eine Andeutung von Sporenbildung wahrgenommen werden konnte. Man wende mir nicht ein, dass der Erhaltungszustand das Auffinden von Sporangien unmöglich mache, ich muss dies entschieden bestreiten. Ich habe bei allen von mir untersuchten Herbarexemplaren auf keinen Punkt mehr geachtet, und ich bin überzeugt, wären an einem derselben Sporangien vorhanden gewesen, sie würden mir nicht entgangen sein. Sie hätten sich, in irgend einer Weise, wenn auch in der unscheinbarsten, bemerklich machen müssen. Selbst wenn sie, was ich erwarten möchte, nicht durch eine Querwand vom übrigen Zellenleibe abgetrennt wären, und durch keine Anschwellung, keinen abweichenden Farbenton sich verrathen sollten, würde man sie an der abweichenden Konfiguration des Inhalts, besonders aber daran erkennen müssen, dass sie nach dem Austreten der Sporen leere Höhlungen von eigenartigem Aussehen darstellen würden. Aber nichts von alledem vermochte ich zu finden, und Niemand hat etwas Derartiges gesehen. Als ich in einzelnen Blättern von *C. hypnoides* eine Zerklüftung des Protoplasmas sah, wie sie der Bildung von Schwärmsporen voraufzugehen pflegt, ward ich doch bald bewogen, diesen Befund einer anderen Ursache zuzuschreiben, da ich niemals entleerte Blätter fand. Besonders eifrig suchte ich bei *C. fastigiata*, weil diese Art der Schwärmsporen bildenden Gattung *Bryopsis* am nächsten steht, indess völlig vergeblich;

Querwände, die man mitunter in den Zweigspitzen auftreten sieht (vgl. auch W. v. B. S. 263). dürften nur die Bedeutung einer Abgrenzung gegen einen abgestorbenen Theil der Spitze haben; immerhin wäre künftigen Untersuchungen gerade diese Art, die den Phylembryonen der Gattung zweifellos am nächsten verwandt ist, besonders zur weiteren Beachtung zu empfehlen.

Weber van Bosse hat bei *C. macrodisca* eine eigenthümliche netzartige Anordnung der Chromatophoren in gewissen Blättern beschrieben (S. 257), aus deren Oberseite ausserdem hyaline Haare hervorgewachsen sein sollen; ich vermag darin aber keine Andeutung für die Bildung von Schwärmsporen zu erkennen, sondern nur einen nicht weiter aufklärbaren Reizzustand. Ebensowenig Gewicht möchte ich auf die angebliche Rhizomlosigkeit von *C. ambigua* legen und bitte das oben (S. 43) zu dieser Art Gesagte zu vergleichen.

Mir scheint nach allem, was wir wissen, kein anderer Ausweg zu sein, als aus dem Thatbestande bei *C. prolifera* zu folgern, dass auch die übrigen Caulerpen apospor sind; die Bildung des inneren Fasergerüstes scheint ein Correlat zu dem Fehlen einer Fortpflanzung durch Sporen zu bilden. Wenn ich statt sporenlos das Wort apospor gebrauche, so will ich damit andeuten, dass ich der Meinung bin, unsere heute lebenden Caulerpen haben die Sporenbildung eingebüsst, stammen aber von Pflanzen, welche Sporenbildung besassen. Und ich muss sagen: gerade weil ich die Caulerpen für apospor halte, erscheinen sie mir um so interessanter.

Mit Zulassung der Begriffe apogam und apospor sind wir aber wieder in den Bannkreis der Descendenztheorie eingetreten, und sofort tauchen die verschiedensten Fragen empor; wann, auf welcher phylogenetischen Entwicklungsstufe ist die Sporenbildung verloren gegangen? Haben die bekannten Arten, ohne sich weiter zu verändern, in früherer Zeit sich noch sämmtlich durch Sporen vermehrt? Sind sie, da das Meerwasser sich schwerlich so verändert hat, um als inducirender Faktor zu wirken, sämmtlich aus inneren Ursachen dazu gelangt, die Sporenbildung aufzugeben? Sind sie, da sie doch jetzt gleichzeitig existiren, alle zur gleichen Zeit apospor geworden? Wurden sie es etwa infolge eines bestimmten Alters? Ist die Aposporie plötzlich, in sprungweiser Abänderung der Organisation eingetreten, oder allmählich? Oder ist nicht jede einzelne Art für sich apospor geworden, sondern die Urform ward es, der Phylembryo der Gattung oder Gruppe, und die Arten, die wir kennen, differenzirten sich erst nach eingetretener Aposporie der Urform? Oder sind aus der Urform Phylembryonen nach Art eines Stammbaumes hervorgegangen, deren jeder dann, bevor er eine der bekannten Spezies bildete, apospor ward?

Ich glaube, damit ist das Heer der Fragen noch lange nicht erschöpft, doch als Beispiele mögen sie genügen. Sie zeigen auch wieder, wohin wir in concreto mit der Abstammungslehre kommen. Als allgemeine Idee ist sie sehr hübsch, aber sobald wir aus ihr die Erklärung der Einzelheiten zu deduziren suchen, kann sie recht unbequem werden. Denn auf keine der obigen Fragen ertheilt sie uns eine irgendwie zuverlässige Antwort.

Wir müssen uns an der Wahrscheinlichkeit der Aposporie genügen lassen und uns den thatsächlichen Fortpflanzungserscheinungen der Caulerpen zuwenden.

Alle Fortpflanzung und Vermehrung von *Caulerpa,* die wir kennen, beruht auf Theilung, auf Wachsthum und Zerfall ganzer Pflanzen; sie besteht lediglich in Ablösung von Thallustücken, mag dieselbe im Naturlaufe sich von selbst vollziehen, oder künstlich durch Zerstückeln herbeigeführt werden. Alle Vegetation von *Caulerpa* ist eine fortgesetzte Körpererneuerung; alle

Exemplare einer Art, z. B. von *C. prolifera*, sind den aus Stecklingen erzogenen Individuen von *Salix alba* oder *babylonica* vergleichbar.

Bei *Caulerpa prolifera* hat schon Nägeli die Vermehrung durch Stocktheilung festgestellt; er äusert sich darüber folgendermassen:[1])

„Wir haben in *Caulerpa* eine Pflanzenzelle kennen gelernt, welche ohne Ende an ihren Stammspitzen fortwächst, und welche, da sie, wie die übrigen perennirenden Pflanzen, namentlich wie diejenigen mit kriechenden Stämmen, nicht abstirbt, ein Alter von Jahrtausenden erreichen kann. Während dieser Zeit können aus einer einzigen ursprünglichen Pflanze ebenfalls bei Tausenden von neuen besonderen Pflanzen hervorgehen. Eine unbegrenzte Seitenaxe von *Caulerpa* tritt zuerst freilich als Ast und somit als Theil der ganzen Pflanze auf. Sobald er aber eine bestimmte Länge erreicht hat, so stirbt sein ältester Theil, mit dem er an der Hauptaxe befestigt war, ab, und wird aufgelöst, — wie an allen Stämmen der hintere Theil fortwährend zu Grunde geht. Dadurch wird der Ast frei, und stellt nunmehr eine besondere Pflanze dar."

Caulerpa prolifera wächst im Golf von Neapel in einer Tiefe von 2 bis 15 Metern. Nach Falkenberg (Die Meeresalgen des Golfs von Neapel S. 227) stirbt sie im Februar ab, um sich im Juni von Neuem zu entwickeln. Danach würde sie eine Ruheperiode von etwa drei Monaten durchmachen; doch scheint dies nicht konstant zu sein, denn Klemm[2]) beobachtete schon im März „die ersten Anfänge der Entwickelung", und Ende April hatten die Blätter der frisch gesammelten Pflanzen etwa eine Länge von einem Centimeter erreicht. Während der Ruheperiode ist die Pflanze nach Absterben der Blätter bis auf die von Reservestärke erfüllten Rhizome eingezogen.

Aber nicht bloss die Blätter sterben und erneuern sich periodisch, sondern auch kürzere oder längere Rhizomstücke können zu Grunde gehen und dadurch zu der von Nägeli geschilderten Vermehrung der Individuen Anlass geben. Zur Ausbreitung der Pflanze dienen aber jedenfalls in weit höherem Maasse Blätter, die während der Vegetationsperiode losgerissen werden, vielleicht durch Absterben des Blattstiels. Diese Blätter werden durch Meeresströmungen verbreitet und an den Orten, an die sie hingespült werden, bringen sie neue Rhizome und Wurzeln als Adventivbildungen hervor. Eine solche Vermehrung kann man durch Zerschneiden der Pflanze natürlich auch künstlich hervorrufen und befördern.

Wakker[3]) und Janse haben diese Erscheinungen genauer studirt. Der Letztere fand[4]), dass aus abgetrennten Blättern sowohl neue Blätter wie auch Rhizome hervorwachsen können. Die an solchen Blättern entstandenen blattartigen Prolifikationen waren häufig dichotom getheilt, manche sehr schmal, indess deutlich abgeplattet, aber abweichend von der normalen Form zugespitzt. Solche schmale, dabei dunkelgrün gefärbte Blättchen sah Janse massenhaft aus einem alten Blatte hervorwachsen; sie scheinen aufzutreten, wenn es dem alten Blatte nicht gelingt, auf adventivem Wege ein Rhizom hervorzubringen. Klemm[5]) fand an frisch gefischten Caulerpen mitunter auch Wurzeln aus einem Blatt hervorgewachsen.

[1]) l. c. S. 158.
[2]) l. c. S. 461.
[3]) l. c. S. 251 ff.
[4]) l. c. S. 166 ff.
[5]) l. c. S. 477.

Die adventiven Vegetationspunkte entstehen dadurch, dass an einer Stelle des alten Blattes sich ein heller Fleck zeigt und an diesem die Neubildung hervortritt.

Bei dieser Sachlage muss man sagen, dass es keine geschlossenen Individuen von *Caulerpa prolifera* giebt, wie sie durch den morphologischen Aufbau aus einer Spore, einem Ei entstehen. In den Vegetationspunkten haben wir immer nur halbirte Embryonen vor uns, und wo immer sich eine Pflanze individualisirt, da ist sie theilweise von vernarbten Wundflächen begrenzt und in streng morphologischem Sinne kein vollständiges Individuum.

Dass die übrigen Arten hinsichtlich ihrer Vermehrung sich der *C. prolifera* gleich verhalten, ist nicht wohl zu bezweifeln. Ihre ganze Organisation ist eine in dieser Beziehung übereinstimmende. Ob eine Periodizität im Abwerfen der Assimilatoren auch bei anderen Arten vorkommt, bleibt näher zu untersuchen; doch sprechen einzelne Befunde an Herbarexemplaren dafür. Ich erinnere an *C. hypnoides*, an deren Rhizomen man alte, durch ein Stück Zellwand deckelartig verschlossene Stumpfe abgestossener Assimilatoren findet (vergl. Fig. 48e S. 32). Wenn eine von *C. prolifera* so ausserordentlich verschiedene Art sich in dieser Beziehung analog verhält, werden es auch wohl andere Arten thun; in den Herbarien wird man allerdings nur selten Exemplare finden, die hierüber Aufschluss geben, weil die Sammler stets nach solchen zu greifen pflegen, die möglichst hochentwickelte Assimilatoren besitzen. —

Die Fortpflanzung von *Caulerpa* beruht auf einer Regeneration losgetrennter Stücke. Die wesentliche Art der Verjüngung wird dies immer bleiben, selbst wenn man an der einen oder anderen Spezies noch Sporenbildung entdecken sollte.

Vierter Abschnitt.

Die Ursachen der Gestaltung.

1. Dominanten und morphologisches Gleichgewicht.

Die Gestalten der Caulerpen können in ihrer Mannigfaltigkeit nicht durch äussere Einflüsse hervorgebracht worden sein — sie müssen auf innere Ursachen zurückgeführt werden.

Diese inneren Ursachen sind Kräfte zweiter Hand, durch welche die Kräfte erster Hand, die Energieen, gelenkt und gerichtet werden. Ich nannte sie deshalb Dominanten. Die Dominanten der Organismen, die sich den Dominanten der Maschinen vergleichen lassen, zeigen ein Verhalten, als ob sie von einer weitblickenden, höchst vollkommenen Intelligenz den Organismen eingepflanzt wären: man kann sie daher den blind wirkenden Kräften oder Energien auch als intelligent wirkende Kräfte gegenüberstellen. Eine eingehende Darlegung meiner Dominantenlehre kann ich hier nicht wiederholen und verweise deswegen auf meine Abhandlung: Gedanken über das Wesen der Organisation, im Biologischen Centralblatt 1899 S. 81 ff.

Nur wenige allgemeine Bemerkungen seien mir hier noch gestattet, die jener Abhandlung als Ergänzung dienen mögen.

In ihrer physiologischen Thätigkeit sind die Pflanzen und Thiere fehlerlos arbeitende Automaten. Kleine Ungenauigkeiten können vorkommen, doch keine Fehler; darin verhalten sie sich etwa wie eine Taschenuhr. Und wie diese Uhr nur durch Zufuhr von Energie in Bewegung gehalten werden kann, so wird alle Arbeit in den Organismen durch Energie verrichtet; aber die Energetik ist unzulänglich, die Lebenserscheinungen zu erklären, so wenig wie sie ausreicht zur Erklärung der Uhr.

Damit ist der Kern des Problems berührt. Es kommt darauf an, ob nur ein autonomes Getriebe der Energieen existirt, oder ob dasselbe durch ein anderweitiges Prinzip regulirt wird. Daraus ergeben sich die beiden Fragen: ist bei den Organismen die Annahme eines solchen über den Energieen stehenden Prinzips zulässig? ist seine Annahme nothwendig? und beide Fragen habe ich bejahen zu sollen geglaubt.

Es ist gewiss ein werthvoller Versuch, in der Biologie mit den Energieen auskommen zu wollen. Auch in unserer Wissenschaft soll das Prinzip „der kleinsten Wirkung" zur Anwendung gebracht werden; aber man darf die Sparsamkeit nicht übertreiben, namentlich nicht soweit, dass es auf Kosten der Wahrheit geht. Und weil die Thatsachen mich zwangen, die Hypothese von der Allmacht der Energieen zu verwerfen, wurde ich genöthigt, den Begriff der Dominanten einzuführen.

Während die Dominanten innerhalb der Organismen beziehungsweise Maschinen vorkommen, sind die in den Organismen thätigen Energieen nicht nur identisch mit den Energieen der unbelebten Natur, sondern sie treten auch fortwährend aus letzterer in den Körper der Pflanzen und Thiere ein und kehren daraus zur leblosen Aussenwelt zurück. Darin ergiebt sich ein Gegensatz zwischen Dominanten und Energieen. Eine besondere Lebensenergie existirt nicht, sowenig wie es eine Taschenuhrenergie, eine Spieldosenenergie oder eine Windmühlenenergie giebt. Aber es giebt Dominanten, welche die Energieen zwingen, das Leben der Pflanzen, der Käfer, der Fische zu unterhalten, wie sie die Thätigkeit jener Maschinen hervorrufen. Den Begriff der Kraft kann man nunmehr so fassen, dass er sowohl die Energieen wie die Dominanten umspannt; letztere sind einander aber nicht coordinirt, sondern subordinirt.

Wenn wir, wie es oben geschah, die Dominanten als intelligente Kräfte auffassen, so giebt es solcher intelligenter Kräfte in der belebten Natur dreierlei: erstens in der Verstandesthätigkeit des Menschen und der Thiere; zweitens in der chemischen Produktion der Organismen (Arbeitsdominanten); drittens in den Gestaltungsvorgängen der Organismen (Gestaltungsdominanten).

Es wird immer vergeblich sein, die Thätigkeit der Arbeits- und Gestaltungsdominanten in Pflanzen und Thieren energetisch zu erklären, z. B. auf chemische Anziehung und Abstossung zurückzuführen. Das morphotische Vermögen des Chemismus erschöpft sich mit Hervorbringung von Krystallformen, Aggregatzuständen, Niederschlägen, Lösungen, Dämpfen, Dissociationen etc. Kein gestaltbildender Prozess bildet zu den chemisch-morphotischen Vorgängen einen schärferen Gegensatz, als die organische Entwicklung. Nehmen wir einen der scheinbar einfachsten Fälle die Entwickelung einer Zelle, so kann dieselbe nicht im blossen Chemismus, z. B. den Eigenschaften des Plastins, Nucleïns, der Enzyme u. s. w., ihren Grund haben, sie erfordert ein Plus, das ich als Gestaltungsdominanten bezeichne.

Mit den Arbeitsdominanten steht es nicht anders. Sogar dann, wenn man der von Sachs angebahnten Theorie der „Wuchsenzyme" huldigt, kann man die Arbeitsdominanten nicht entbehren, die jene Enzyme hervorbringen und immer mit grösster Genauigkeit an die Stellen befördern, wo sie gebraucht werden. Zu den Eigenschaften der Kieselsäure gehört es, entweder amorph zu bleiben, oder zu krystallisiren, niemals aber jene zahllosen und wunderbaren Strukturen hervorzubringen, die uns an den Kieselschalen der Diatomeen entgegentreten; diese sind das Werk von Dominanten der lebenden Diatomeenzellen.

Die Arbeitsdominanten der Organismen lassen sich also nicht durch rein chemische Vorgänge erklären, beziehungsweise ersetzen. Weit näher liegt es, dass in der Chemie und Mineralogie einmal von Krystallisationsdominanten gesprochen werde, doch darüber lässt sich zur Zeit nichts ausmachen, auch beschränkte ich das Wort ausdrücklich auf Gebilde, die Maschinenstruktur besitzen und Maschinenarbeit leisten.

Wir können die Dominanten auch auffassen als zweckmässig oder zielstrebig wirkende Energiekombinationen, welche selbstregulatorisch die Lebensthätigkeit der Organismen hervorbringen, ihrerseits aber durch die Konfiguration des protoplasmatischen Systems bedingt werden, in dem sie ihren Sitz haben. Dabei haben wir in jedem Organismus ein verwickeltes System von Dominanten anzuerkennen, die einander theils nebengeordnet, theils übergeordnet sind; jeder Species würde eine höchste oder Integraldominante zukommen, deren Gegensatz die Differenzialdominante wäre, die einen elementaren Vorgang beherrscht. Die gestaltende Integraldominante würde natürlich einen ganz bestimmten Einfluss auf alle Spezial- und Differenzialdominanten ausüben. Wollte man aber fragen, woher kommen die Dominanten in ihrer schier endlosen Mannigfaltigkeit, so kann man auch fragen: woher kommt die elektrische Anziehung oder die Schwerkraft, woher kommen die quantitativ und qualitativ so mannigfaltigen chemischen Zugkräfte, woher kommt das Leben?

Einen Gegner hat die Dominantenlehre in Errera[1]) gefunden, aber ich glaube, dass derselbe mir die Zurückweisung seiner Einwürfe leicht gemacht hat.

Ich bin davon ausgegangen, dass das Naturgeschehen nicht allein auf den Wechselwirkungen von Stoff und Energie beruht, sondern dass als drittes Element des Geschehens die Richtung hinzutritt, und dass es in den Organismen Aufgabe der Dominanten ist, den Stoffen und Energieen ihre Richtung anzuweisen. Ein Gleiches geschieht durch die Intelligenz des Menschen in den Maschinen. Nun macht Errera darauf aufmerksam, dass auch in der leblosen Natur, ganz ohne Zuthun menschlicher Intelligenz, sich Dominanten bilden können, welche die ursprünglich vorhandene Richtung einer Energie in ganz bestimmter Weise ablenken. Er bedient sich u. a. des folgenden Beispiels. In einer Gebirgsgegend sei ein Wasserbassin hergerichtet worden, dessen Wand an einer Stelle zu schwach ist, so dass sie vom Wasser durchbrochen wurde, welches sich nun in einem Strome von bestimmter Richtung ins Thal ergiesst: da sei doch das Loch in der Wand des Bassins eine Dominante. — Ich möchte dies Beispiel ein wenig abändern. Im Gebirge fliesst ein Bach von Ost nach West; durch einen Bergrutsch wird ihm dass Bett verlegt, er wird dadurch genöthigt, nach Süden abzufliessen; so wurde seine Richtung durch eine Dominante abgeändert.

[1]) Vgl. Revue de l'Université de Bruxelles. 1899. S. 39 ff.

An und für sich ist es nicht wohl zulässig, einen von mir ausdrücklich für die zweckmässige und zielstrebige Thätigkeit der Maschinen und Organismen eingeschränkten Ausdruck auf ein solches Naturereigniss zu übertragen, aber es sei. Dann würde zur Kategorie der zweckmässig oder intelligent wirkenden Dominanten noch die Kategorie der Zufallsdominanten hinzutreten, die überall in der Natur durch Zufälle sich bilden können; denn dass der Bergsturz gerade jenen Bach ablenkte, war ein Zufall. Ich bin indess der Meinung, dass man den Dominantenbegriff nicht über die in den Maschinen und Organismen wirkenden Kräfte zweiter Hand hinaus ausdehnen soll. Auch im Organismus können sich gelegentlich Zufallsdominanten ergeben, z. B. wenn beim Schlucken ein Bissen in die Luftröhre anstatt in die Speiseröhre gelangt: dieselben verhalten sich dann zu den normalen wie jede Zufallsaktion zu einer planmässigen und sind durch das Fehlen zweckmässiger Wirkungen charakterisirt. —

Die Dominanten einer Maschine sind unveränderlich, die eines Organismus innerhalb gewisser Grenzen veränderlich; darauf beruht seine Variabilität. In den Maschinen werden durch Reize nur schlummernde, in den Organismen können durch sie auch neue Dominanten geweckt werden.

Aber man glaube nicht, dass ich durch Einführung des Dominantenbegriffes den Organismus mit einem Heer von Gespenstern oder Dämonen bevölkern wolle! Wie der Begriff der Kraft überhaupt, so ist auch der Begriff der Dominanten ein symbolischer. Und hier mache ich auf einen bemerkenswerthen Umstand aufmerksam: wollte man Nägeli's Idioplasma lediglich eine symbolische Bedeutung einräumen, so würde dasselbe meinen Dominanten sehr nahe kommen. Ich will statt vieler nur einen Beleg aus seiner „Abstammungslehre" anführen (S. 193).

Nägeli bespricht die Erscheinungen der Regeneration an abgeschnittenen bipolaren Sprossen und äussert dazu:

„Es ist als ob das Idioplasma genau wüsste, was in den übrigen Theilen der Pflanze vorgeht, und was es thun muss, um die Integrität und die Lebensfähigkeit des Individuums wieder herzustellen. Diese merkwürdige Erscheinung beweist wohl unzweifelhaft, dass das Idioplasma in einem beliebigen Theil des Organismus Kunde erhält von dem, was in den übrigen Theilen vorgeht. Dies ist dann möglich, wenn seine Veränderungen und Stimmungen auf materiellem oder dynamischem Wege überallhin mitgetheilt werden. In diesem Falle muss es das lokale Idioplasma sofort fühlen, wenn ein wesentlicher Theil des Individuums mangelt, weil von dorther keine Mittheilungen mehr anlangen."

Werden damit nicht dem Idioplasma geradezu seelische Eigenschaften beigelegt? Nägeli geht in derartigen Aeusserungen über Dasjenige hinaus, was ich im Organismus von den Dominanten verlange; dennoch hat er sicherlich in seinem Idioplasma kein blosses Symbol, sondern ein durchaus materielles Differenzirungsprodukt des Zellenleibes sehen wollen. Ganz unrichtig freilich scheint es mir zu sein, wenn man neuerdings anfängt, die Chromosomen des Zellkerns mit Nägeli's Idioplasma identifiziren zu wollen. Diese Identifizirung ist um so mehr zu verwerfen, da Nägeli als unbedingte Voraussetzung aller seiner Deduktionen gerade die Continuität der Idioplasmafäden durch die ganze Zelle und die ganze Pflanze hindurch fordert. —

Im Wesen der Dominanten liegt es, dass sie nicht nur die ersten Anlagen der embryonalen Substanz bedingen, sondern auch die Eigenschaften der werdenden und der fertigen Organe beeinflussen; das letztere besonders durch die zwischen ihnen sich ergebenden Wechselbeziehungen. In der Polarität eines Pflanzentheils äussert sich ein Dominantensystem. Eine Schaar von

Dominanten bestimmt die Differenzirungsvorgänge im Plasma der Vegetationspunkte von *Caulerpa*, conservirt einen Theil als embryonales Plasma und wandelt einen anderen in somatisches Plasma. Bei der Entstehung adventiver Vegetationspunkte wird durch sie somatisches Plasma wieder zu embryonalen gemacht. Wird ein Theil der Pflanze abgetrennt, so bewirken sie an der Wundfläche die Ausscheidung einer verschliessenden Zellwand. Durch Dominanten werden die am Vegetationspunkte entstandenen Blätter genöthigt, sich schützend über denselben zu wölben, selbst wenn solche Krümmung unmittelbar durch Chemotropismus veranlasst sein sollte. Dominanten veranlassen den orthotropen Wuchs, indem sie an der empfundenen Schwerkraft sich orientiren; wird ihnen diese Orientirung unmöglich gemacht, so versagen sie. Wenn man Spirogyren mit Aether behandelt, so werden die Dominanten der Mitose eingeschläfert, anaesthesirt, es kommt zur direkten Kerntheilung; das in bestimmter Ordnung und Umlagerung der Stücke erfolgende Theilungsgeschäft macht einer Theilung schlechthin Platz, da die Dominanten der Zelltheilung der Aetherwirkung widerstehen[1]).

Auch die Korrelationen, die sich seit Darwin's Arbeiten mit Recht einer besonderen Würdigung erfreuen, sind hier zu nennen, da in ihnen überwiegend Dominanten zur Geltung kommen, wenn einzelne Korrelationserscheinungen sich auch energetisch erklären lassen. Zunächst einige Beispiele. Schon oben wurde erwähnt, dass in derbwandigen und weiten Caulerpaschläuchen ein grobmaschiges, in dünnen Schläuchen ein zartes Fasergerüst auftritt. Es wird schwerlich gelingen, dies Abhängigkeitsverhältniss lediglich auf energetische Wechselwirkung zurückzuführen; Dominanten werden dabei eingreifen müssen. Zahlreichere Beispiele lassen sich leicht der Biologie der höheren Pflanzen entnehmen. Die Hauptwurzel einer dicotylen Keimpflanze wächst im Boden orthotrop nach unten, die Seitenwurzeln plagiotrop, schräge abwärts. Diese Richtung wird von Dominanten bestimmt, die sich an der Schwerkraft orientiren; es ist unmöglich, die Spitze der Hauptwurzel zu veranlassen, schräge, die Spitzen der Seitenwurzeln zu zwingen, senkrecht nach unten zu wachsen, weil im Zusammenhange des ganzen morphologischen Systems die Dominanten der Haupt- und Seitenwurzeln einmal diesen Gleichgewichtslagen zustreben, um sie nach geschehener Erreichung unabänderlich festzuhalten. Dennoch vermögen wir das innerhalb des geschlossenen Wurzelsystems herrschende morphologische Gleichgewicht mit einem Schlage zu ändern, wenn wir die Spitze der Hauptwurzel wegschneiden. Dann springt die Dominante der Hauptwurzel, um mich bildlich auszudrücken, auf die nächste Seitenwurzel über, unterdrückt deren Dominante und veranlasst ihre Spitze, fortan die feste Gleichgewichtslage im Erdradius zu suchen.

Unter normalen Verhältnissen wachsen aus den Zweigen eines Johannisbeerstrauches keine Wurzeln hervor; die morphologischen Gleichgewichtsverhältnisse im geschlossenen Systeme des Strauches bringen es mit sich, dass eine Neubildung von Wurzeln nur an anderen Wurzeln stattfindet, die im Erdboden stecken. Schneiden wir aber einen Zweig ab und stecken ihn in feuchtes Erdreich, so werden durch diesen Reiz Dominanten der Wurzelbildung in der Basis des Stecklings geweckt. Wenn ich endlich den Steckling durch Pfropfung mit einem andern gleichfalls durchschnittenen Sprosse vereinige, so unterbleibt infolge der besonderen Korrelationsverhältnisse die Wurzelbildung an der Schnittfläche; das Dominantensystem des Zweiges bleibt im Wesentlichen ungeändert.

[1]) So deute ich die von Pfeffer in den Ber. d. Sächs. Ges. d. Wiss. vom 3. Juli 1899 mitgetheilten Thatsachen.

Besonders bemerkenswerth sind aber jene Erscheinungen der Korrelation, in denen äussere Reize nicht eingreifen. Ich beschränke mich darauf, an die Blumen der Angiospermen zu erinnern. Sobald der Pollen klebrig ist, und nicht besondere Vorrichtungen für Autogamie vorhanden sind, was ja als Ausnahme angesehen wird, finden wir damit vereinigt kleine Narben mit kurzen Haarbürsten aber Honigabsonderung, bunte, scheinende Blumenkronen und zahlreiche Einzelvorrichtungen, um die Insektenbestäubung herbeizuführen. Diese Korrelation ist eine ganz allgemeine. Ist dagegen der Pollen trocken und staubförmig, so fallen alle auf Insektenhülfe hinarbeitende Korrelationen weg, die farbige Blumenkrone, der Honig und die zur Führung der Insekten dienenden Einrichtungen; dafür ist die Narbenoberfläche erweitert und oft federbuschartig gestaltet, um den im Winde daherfahrenden Pollen aufzufangen. Diese Korrelationen sind mechanisch durchaus nicht erklärbar und nur bei Annahme erblich wirkender Dominanten zu verstehen.

Die Korrelationen sind also nicht zufällig zusammentreffende, sondern von einander abhängige Erscheinungen; sie beruhen auf einem eigenartigen Zusammenwirken der Theile und Vorgänge im Organismus. Wenn hierbei die Erscheinung *A* eine Erscheinung *B* korrelativ nach sich zieht, so bewirkt *A* auslösend die Hervorbringung von *B;* dabei kann *A* ganz oder theilweise ausserhalb des Organismus gelegen sein, mithin ein äusserer Reiz, es kann aber auch dem System des Organismus selbst angehören. Solche Korrelationswirkung kann, wie ich bereits hervorhob, eine energetische (chemische, mechanische) sein, sie wird aber in fast allen Fällen Dominanten zu ihrer Vermittlung bedürfen. Denn sie macht sich geltend an einem materiellen Systeme, welches nicht nur einen energetischen Gleichgewichtszustand repräsentirt, sondern ohne einen eigenartigen Gleichgewichtszustand von Dominanten nicht gedacht werden kann.

Dies besondere Gleichgewicht der Dominanten, welches jedem Organismus eigen ist, habe ich in früheren Arbeiten als das morphologische Gleichgewicht des Organismus bezeichnet[1]).

Ein physikalisches oder chemisches Gleichgewicht, mag es labil oder stabil sein, wird durch Energieen aufrecht erhalten. In einer Maschine könnte man schon von einem morphologischen Gleichgewicht sprechen, sofern die Energieen für ganz bestimmte Verrichtungen dienstbar gemacht werden, und die hierbei thätigen Dominanten von einer bestimmten Konfiguration des Apparates abhängen. Doch halte ich es für richtiger, auf die Organismen den Begriff des morphologischen Gleichgewichts zu beschränken, unter dem ich einen bestimmten Gleichgewichtszustand der Dominanten verstehe. Da auch der unvollkommenste Erstlingsorganismus Dominanten enthalten musste, die seine Funktionen regelten, wie jede Spore, jede Zelle einer höheren Pflanze sie enthält, so befindet sich jede Einzelzelle schon im Zustande eines bestimmten morphologischen Gleichgewichts, das bald labiler, bald stabiler ist, im letzteren Falle aber durch äussere oder innere Einflüsse (Reize) wieder labilisirt werden kann.

Bei *Caulerpa* haben wir es mit einem fortwährenden Uebergang eines labilen morphologischen Gleichgewichts, welches im embryonalen Plasma des Vegetationspunktes herrscht, in das mehr stabile morphotische Gleichgewicht des somatischen Plasma zu thun; in jeder Adventivbildung vollzieht sich eine erneute Labilisirung des letzteren. Im Rhizom herrscht ein anderes Gleichgewicht, als im Assimilator und in der Wurzel; in jedem dieser Organe treten uns

[1]) Vgl. z. B. meine Abhandlungen über Flechten, S. 55 ff. (Pringsh. Jahrb. Band XXVI. (1894).

specifische Gleichgewichtszustände entgegen, von denen einer in den anderen umschlagen kann, wenn z. B. aus einem Blatte von *C. prolifera* adventiv ein Rhizom hervorbricht. —

Ein Pflanzentypus, wie der von *Caulerpa*, kann sich in sehr zahlreichen Gleichgewichtslagen realisiren, das beweisen die 50 Species mit ihren Varietäten. Ihre Entstehung können wir uns phylogenetisch so vorstellen, dass das morphologische Gleichgewicht bei der Variation in noch viel mehr Formen auszuschlagen vermochte, eben in so viele Formen, wie möglich sind.[1]) Von diesen möglichen Formen vermochten sich aber nur diejenigen zu erhalten, die den herrschenden Lebensbedingungen gut angepasst waren, alle übrigen gingen zu Grunde. Die 50 lebenden Species stellen somit den auf uns gekommenen Rest der möglichen und vorübergehend verwirklichten Schwankungen des morphologischen Gleichgewichts des *Caulerpa*typus dar. —

Der Begriff des morphologischen Gleichgewichts ist eine allgemeine Idee, die durch Abstraktion aus einer Fülle von Einzelthatsachen gewonnen wurde. Wenn ich sage, es ist ein Gleichgewicht der Dominanten, so ist dabei zunächst an diejenigen Dominanten zu denken, welche die Entwicklung der normalen Konfiguration eines Organismus leiten und aufrechterhalten. Zweifellos sind diese Dominanten die Regulatoren der gesetzmässig ablaufenden chemischen Processe, die das Material für das Wachsthum bilden und an die richtige Stelle schaffen. In dem zweiten Theile dieser Thätigkeit, die wir von den Entwicklungsdominanten unbedingt fordern müssen, liegt vielleicht schon ein über den „Chemismus" hinausgehender Bildungsprozess; und so sehr ich zu der Vorstellung neige, dass besondere chemische Vorgänge den einzelnen Wachsthumsvorgängen zu Grunde liegen, so können wir doch wohl nicht alle Bildungsvorgänge in den Begriff des Chemismus hineinzwängen.

Von grösster Wichtigkeit ist aber die Störbarkeit des normalen morphologischen Gleichgewichts bei den Organismen, und die Störungen ziehen dann Auslösungen neuer Wachsthumserscheinungen nach sich. Die störende beziehungsweise auslösende Ursache kann dabei eine sehr verschiedene sein. So beruht meines Dafürhaltens das Vergrünen von Blumen auf einer Störung des normalen morphologischen Gleichgewichts; dieselbe kann auf inneren Ursachen beruhen, sie kann aber auch durch Milben hervorgerufen werden. Das Gift von Gallwespen erzeugt gleichfalls eine Störung im morphologischen Gleichgewicht junger Blattanlagen, dessen Entwicklungsdominanten in Unordnung gerathen und nun ganz fremdartige wenn auch gesetzmässige Wucherungen erzeugen; und wenn hierbei die Störung durch die chemischen Eigenschaften eines Stoffes herbeigeführt wurde, so konnte derselbe seine Wirkung doch nur ausüben bei einem bestimmten Gleichgewichtszustande des Dominantensystems des entsprechenden Organs oder Organismus.

2. Die Bedingungen der Formen.

Wir können die Gestalten der Pflanzen und Thiere causal und teleologisch erklären. Das letztere thun wir durch den Nachweis ihrer Funktion, ihrer Anpassung an die Existenzbedingungen; das erstere durch Darstellung der Entwicklung in ihrer Abhängigkeit von inneren und äusseren Faktoren. Beide Erklärungen[2]) sind gleichberechtigt.

[1]) Ich habe an anderer Stelle darauf hingewiesen, wie auch die Zahl der durch Drehung eines Kaleidoskops hervorgerufenen Bilder (Gleichgewichtslagen) eine beschränkte ist, die einzelnen Bilder immer wiederkehren; darum verglich ich die Abänderung eines Pflanzentypus mit den Bildern des Kaleidoskops (vergl. Abhandl. über Flechten S. 63).

[2]) Darüber, was wir unter „erklären" zu verstehen haben, vgl. mein Buch: „Die Welt als That" S. 48 ff.

Gerade durch die Anpassungen nähern die Organismen sich den Maschinen; denn die Uebereinstimmung mit den letzteren besteht hauptsächlich in der zweckmässigen Ausgestaltung und Anpassung der einzelnen Theile und in ihrem zweckmässigen Zusammenwirken, ihrer zweckthätigen Arbeit. Die unter den Biologen trotz der Ermahnungen K. E. v. Baers noch ziemlich verbreitete „Telophobie" will freilich von der Zweckmässigkeit der Organismen nichts wissen, ängstlich vermeidet sie sogar das Wort in ihren Darstellungen; dann aber sollte sie doch auch die Maschinenstruktur der Organismen in Abrede stellen.

Die teleologische und die causale Untersuchung sind nicht nur gleichberechtigt, sondern auch beide sind nothwendig, wenn es sich um die Aufhellung biologischer Erscheinungen handelt; wir müssen uns hüten, den einen oder den anderen Gesichtspunkt ausschliesslich und einseitig walten zu lassen. Damit haben wir den Anpassungen gegenüber viel erreicht; den Fragen der Mannigfaltigkeit gegenüber versagt allerdings nur zu leicht auch jene kombinirte Methode.

Wenn wir nunmehr die Bedingungen der ontogenetischen Ausbildung der Arten von *Caulerpa* ins Auge fassen, so steht wohl von vorneherein fest, dass hierbei ganz wesentlich innere Faktoren — Dominanten — betheiligt sind, dass demgegenüber äussere Einwirkungen eine geringe Rolle spielen. Dennoch kommen auch letztere unzweifelhaft in Betracht, wie bereits früher angedeutet worden ist, trotz der Gleichförmigkeit des Mediums, in dem sie leben.

Wir haben hierbei besonders die Wirkung der Schwerkraft, des Lichtes, der Temperatur ins Auge zu fassen.

Dass das Rhizom von *Caulerpa*, da es auch von einer Erdschicht bedeckt horizontal wächst, transversal-geotropisch ist, kann nicht bezweifelt werden; ebenso ist der negative Geotropismus der Wurzeln ein ganz ähnlicher, wie bei den vielzelligen Wurzeln der Phanerogamen: auch bei *Caulerpa* wächst die Hauptwurzel überwiegend in der Lothlinie abwärts, die Seitenwurzeln erster Ordnung häufig schräge nach unten, während die feineren Wurzelverzweigungen keine Beziehung zum Erdradius erkennen lassen. Auch der negative Geotropismus der orthotrop aufstrebenden Assimilatoren wird nicht zu bezweifeln sein; er wurde von Klemm insofern experimentell nachgewiesen,[1]) als derselbe fand, dass die im Dunkeln aus einem Rhizom oder Blatt ausgetriebenen Prolificationen lothrecht emporwuchsen. Danach ist also klar, dass die Schwerkraft ihren Einfluss auf die in der Entwicklung begriffenen Theile von *Caulerpa* geltend macht.

Das Blatt von *C. prolifera* ist aber auch positiv heliotropisch, vor allem ist aber seine Gestalt vom Lichte abhängig;[2]) das Licht ist eine unerlässliche Bedingung (ich sage absichtlich nicht die Ursache) für das Zustandekommen seiner Verbreiterung. Denn nach Klemm waren die in seinen Versuchen im Dunkeln gewachsenen Blätter cylindrisch.[3]) Auf Seite 470 bildet derselbe ein altes Blatt ab, dass in der Kultur auf der dem Licht zugekehrten Seite massenhaft wiederholt getheilte Prolificationen gebildet hatte. Dieselben waren wohl bandförmig, aber sehr schmal, mehrfach nur 1 bis $^1/_2$ mm breit. Vermuthlich hatten diese Blätter während ihrer Entwicklung weit weniger Licht genossen, als die im Meere gewachsenen, so dass auch hier eine Verkümmerung aus Lichtmangel vorliegt. Ich möchte aber auch das Cylindrischwerden solcher Blätter in voller Dunkelheit als eine weitergehende Verkümmerung auffassen, wie auch die von

[1]) Klemm, l. c. S. 474.
[2]) Vgl. Janse, l. c. S. 172.
[3]) Vgl. Klemm, l. c. S. 469—471.

Goebel[1]) beschriebene analoge Erscheinung an den Stämmen von Opuntien und von *Genista sagittalis*. Das Licht ist eine für die Hervorbringung der normalen Gestalt unerlässliche Bedingung; fällt diese Bedingung hinweg oder wird sie der Pflanze nur in abgeschwächtem Maasse gewährt, so tritt eine Hemmung im Wachsthum der breiten Organe ein, sie werden schmal oder gar cylindrisch, kurz, sie verkümmern. Der Lichtmangel hat eine Störung des morphologischen Gleichgewichts herbeigeführt, welche in einer geringeren oder möglichst geringen Entfaltung des Organs seinen Ausdruck findet. Es ist also auch in diesem Falle die Lichtwirkung nicht als eine unmittelbare aufzufassen, sondern sie bethätigt sich in einer Beeinflussung des Dominantensystems der Pflanze.

In ähnlichem Sinne möchte ich auch die von G. Karsten[2]) durch Kultur in ruhigem Wasser erzielte Abänderung von *Sceletonema* als eine Verkümmerung deuten, da bewegtes Wasser eine Bedingung der vollen Entfaltung der Zellengestalt ist, wobei dann hinzukommt, dass die Normalform unzweifelhaft eine Anpassung an das Leben im bewegten Wasser darstellt.

Schimper bildet in seiner Pflanzengeographie auf S. 81 ein Blatt von *Caulerpa prolifera* mit noch feineren Prolificationen ab, (das von Noll durch Kultur im Aquarium erzielt war,) als das von Klemm gezeichnete. Schimper scheint zu meinen, dass die veränderte Gestalt jener Prolificationen mit den Bedürfnissen der Sauerstoffaufnahme zusammenhänge, beziehungsweise aus dem Bedürfnisse der Pflanze, im stillen Wasser des Behälters eine grössere Oberfläche zu entwickeln, entstanden sei. Wie dem auch sein mag, jedenfalls lag eine Abweichung von den normalen Lebensbedingungen vor, die zu einer Störung des morphologischen Gleichgewichts führte; sollte diese Störung ihren Grund in dem ruhenden Wasser der Umgebung haben, so würde sich dies experimentell prüfen lassen durch Kultur solcher *Caulerpa*blätter in Meerwasser, welches man in der Weise, wie Karsten es bei *Sceletonema* gethan hat, künstlich bewegt.

Um aber auf das Licht zurückzukommen, so macht dieses noch in anderer Weise seinen Einfluss auf die Entwicklung der Organe von *Caulerpa prolifera* geltend. Noll hat gefunden[3]), dass an Blättern von *C. prolifera* Vegetationspunkte adventiver Sprossungen nur auf der belichteten Seite auftreten; ihre Anlage wird also durch das Licht induzirt. Wurden Rhizome, von denen die Blätter und Wurzeln abgeschnitten waren, in umgekehrter Lage auf Sand befestigt, so entwickelten sie dem Lichte entgegen nur Blätter, auf der Unterseite nur Wurzeln; der Ort der Entstehung der Wurzeln wird also durch Dunkelheit bestimmt, wenn nicht die Berührung des Erdbodens dabei mitwirkt. Wurden in normaler Weise liegende Rhizome von unten beleuchtet, so entstanden zwischen den alten Wurzelstummeln Blätter und Rhizomsprosse. Durch eine inverse Lage des Rhizoms lässt sich demnach eine Umkehrung der morphologischen Gliederung der Pflanze erzielen, indem auf der Wurzelseite Blätter, auf der Blätterseite Wurzeln entstehen können.

Jeder Wechsel in den äusseren Lebensbedingungen von *Caulerpa* erweist sich somit als ein Reiz, der das morphologische Gleichgewicht mehr oder weniger wirksam beinflusst, beziehungsweise stört. Die Reizbarkeit hängt eben ganz von diesem

[1]) Organographie I. S. 213.

[2]) G. Karsten, Die Formveränderungen von *Sceletonema costatum* und ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren, in Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abth. Kiel 1898 S. 5 ff.

[3]) Arb. des Bot. Inst. in Würzburg III S. 470.

inneren Gleichgewicht ab, und wenn uns auch die Zwischenmechanismen unbekannt sind, durch welche die äusseren Energieen die Dominanten der Pflanze beeinflussen, indem sie deren Zusammenstimmung verändern, so steht die Wirkung doch fest, und die Form der Pflanze ergiebt sich als die Resultante aus den äusseren regulirenden Energieen und den Dominanten. Wenn wir sehen, dass durch einen Reiz, sei es Licht oder Wundreiz, altes somatisches Protoplasma wieder in embryonales zurückverwandelt werden kann, so ist damit ein stabiler morphologischer Gleichgewichtszustand in einen labilen übergeführt worden; während der gewöhnliche Verlauf der Entwicklung somatischen Plasmas aus den Vegetationspunkten das umgekehrte Verhältniss zeigt. —

Die Caulerpen sind in den Ozeanen von Neuseeland bis zum Mittelmeer verbreitet, in der grössten Artenzahl aber finden sie sich in der tropischen Zone. Daraus ergiebt sich ein Abhängigkeitsverhältniss von einer höheren Temperatur des Wassers, zumal sie in der Nähe der Oberfläche wachsen. Ob niedere Temperaturen auch Verkümmerungsformen hervorbringen würden, ist experimentell bisher noch nicht geprüft; aber voraussichtlich würde dies nur eine Verlangsamung, wenn nicht ein Aufhören des Wachsthums zur Folge haben. Würden sich die tropischen Meere einmal auf die Temperatur der Nordsee abkühlen, so würden die Caulerpen sich dieser geänderten Lebensbedingung wahrscheinlich nicht anpassen, sondern zu Grunde gehen. Denn wären sie auch für kälteres Wasser anpassungsfähig, so wäre nicht einzusehen, warum sie nicht auch in nördlichen Ozeanen, wenn auch in besonderen Arten, vorkommen sollten.

Damit betreten wir von Neuem das Gebiet der Phylogenie und der Mannigfaltigkeit der Arten.

Diese Vielgestaltigkeit kann unmöglich durch den Einfluss des Mediums hervorgebracht worden sein, dazu ist jenes viel zu gleichförmig; sie muss ganz überwiegend in inneren Ursachen ihren Grund haben. Bei der Hypothese eines monophyletischen Ursprungs kommen wir zu dem Ergebniss, dass unter höchst gleichförmigen äusseren Einflüssen aus einer und derselben Anlage sich die allerverschiedensten Formen entwickelt haben. Meines Erachtens kann dies nur dadurch geschehen sein, dass in der Urform, dem Phylembryo der Gattung, sich die Gestaltungsdominanten in einem analogen labilen Gleichgewicht befanden, wie im Plasma des Vegetationspunktes irgend einer Art; dass dies zur Bildung der Phylembryonen der jetzt lebenden Arten führte, und dass endlich bei der Entstehung unserer Arten sich das morphologische Gleichgewicht nach Erreichung eines Optimums der Anpassung hinsichtlich der Speziescharaktere stabilisirte.

Also innere Ursachen, und zwar Dominanten, haben diese progressive Entwicklung der Arten aus der einfachen, muthmasslich der *C. fastigiata* nahe stehenden Urform bewirkt. Nun brauchen ja an und für sich innere Faktoren noch nicht Dominanten zu sein, sie können auch energetischer Art sein: Turgordruck, chemische Bestandtheile u. s. w. sind da als Beispiele zu nennen. Und so könnte man die von Sachs für die Ontogenie aufgestellte Stoff-Formtheorie auch auf die Phylogenie übertragen und annehmen, dass phylogenetisch nach und nach die Wuchsenzyme der *C. prolifera*, *plumaris*, *Harveyi*, *cactoides*, *hypnoides* u. s. w. entstanden wären und durch ihr Dasein den morphologischen Charakter der Arten aufrecht erhalten; würde ein solches Spezieswuchsenzym wieder verschwinden oder quantitativ hinter einem neu entstandenen zurücktreten, so könnte dadurch die betreffende Art zum Phylembryo neuer Spezies werden, müsste selbst aber doch wohl zu Grunde gehen. Somit hätte das phylogenetische Problem eine

chemische Lösung gefunden, wie man das für ontogenetische Vorgänge versucht hat. Aber wie die hypothetischen Wuchsenzyme, die in einer Pflanze, z. B. dem Kirschbaum, doch mit absoluter Konstanz immer an der rechten Stelle rechtzeitig auftreten, nur als von Dominanten erzeugt gedacht werden können, so würde das mit den Speziesstoffen nicht anders sein; der Dominantenlehre wäre durch die chemische Theorie nicht der geringste Abbruch geschehen. —

Wir werden uns vor der Hand an der Vorstellung genügen lassen müssen, dass wir in den vielen Arten von *Caulerpa* ebensoviele Sonderanpassungen an gleiche Lebensbedingungen vor Augen haben, deren jede auf ihre Weise und mit der repräsentirten Form vortheilhaft genug ist, um das Leben der Individuen zu sichern. Warum aber die progressive Entwicklung aus der Urform sich nicht in einer, sondern in 50 verschiedenen Arttypen verwirklichte, das entzieht sich unserer Einsicht vollständig. Wissen wir doch nicht einmal, ob und inwiefern die Differenzmerkmale der Arten für deren Leben von Bedeutung sind.

Aber auch die fortschreitende phylogenetische Differenzirung überhaupt, die doch unzweifelhaft ein Stück des Lebensprozesses der Pflanzen ist, die es bei Formen wie *C. fastigiata,* nicht bewenden liess, sondern die Gestalten der *C. verticillata,* der *C. prolifera,* der *C. plumaris*, der *C. cactoides, macrodisca, Brownii*, *hypnoides* hervorbrachte, beruht auf einer Gestaltungskraft, die uns so verborgen ist wie diejenige, die den Körper einer dieser Arten aus dem Vegetationspunkte des Rhizoms hervorgehen liess; denn mit der Feststellung einer Zielstrebigkeit der fortschreitenden Entwicklung, die in dieser Parallele liegt, ist wenig geholfen zur Lösung des Problems.

Nur soviel ist zuzugeben, dass, wenn im Anfang aus der Urform auch nur unmerklich von einander verschiedene Typen durch Umbildung hervorgegangen waren, deren jeder die Tendenz zur Abänderung in der gleichen Richtung in sich enthielt, bei hinreichend langer Zeit die Divergenz der Formen eine sehr grosse werden musste, wenn die Typen sich vor endlicher Stabilisirung progressiv weiter entwickelten; das wäre einfach ein geometrisches Problem. Damit würde das „Vervollkommnungsprinzip" nicht nur einen Trieb nach oben, sondern auch einen Trieb in die Breite darstellen.

Dass bei dieser Umprägung und Ausbildung der Formen, bei der Entstehung der specifischen Merkmale der Caulerpen, wie wir sie kennen, äussere Einflüsse eine wesentliche Rolle spielten, halte ich, wie bereits angedeutet wurde, für ausgeschlossen. Es sind im Innern Verschiebungen des morphologischen Gleichgewichts gesetzmässig aufgetreten, die sich dann fixirt haben, in weitestgehender Analogie zur Ontogenie. Wenigstens kann ich den äusseren Einflüssen nur eine Nebenrolle im Hervorrufen solcher Veränderungen im Dominantensystem beimessen.

Wenn wir z. B. die Annahme machen wollten, dass die plattenförmigen Blätter von *C. prolifera* „durch" das Licht erzeugt seien, so stellt sich dieser Hypothese nicht nur die Thatsache in den Weg, dass man mit ebensoviel Recht die cylindrischen Blätter der „höheren" Caulerpen als Lichtwirkungen auffassen könnte, weil während ihrer Entstehung sich die Sonne nicht verschleiert hat. Ja noch mehr. Man könnte dann fragen: wenn es eine Eigenschaft des Lichtes ist, assimilirende Pflanzentheile zu Platten zu stempeln, warum war dann die Urform nicht schon eine grüne Platte, und warum ist es *C. fastigiata* auch heute noch nicht?

Ob die wesentlichen Merkmale der Arten in langsamer, unmerklicher Veränderung entstanden sind, oder mit grossen Schritten, hier und da wie durch einen Zauberschlag, scheint mir prinzipiell unwesentlich zu sein, sobald wir die Wirksamkeit innerer, von vorneherein gegebener

Ursachen annehmen. Ich selbst habe mich dafür ausgesprochen, dass alle Variationen, die wir kennen, in kleineren oder grösseren Sprüngen geschehen, und dass daher der Annahme so grosser Sprünge, wie Kölliker sie annimmt, an sich keine Bedenken entgegenstehen. Vielleicht ist Beides, Veränderungen in kleinen und solche in grossen Sprüngen vorgekommen, die Paläontologie lässt wenigstens Beides zu, weitgehende Abänderungen ohne Zwischenformen im Silur[1]), allmälige Uebergänge im Tertiär. Nägeli tritt für eine continuirliche Entwicklung der Organismen ohne Ruheperiode ein;[2]) die Pausen sind nach ihm nur scheinbar, es gehen doch innere Umbildungen vor sich, die dann ein Anstoss von Aussen auszulösen vermag.

In diesen letzten Worten ist die Grundanschauung Nägeli's über die formbildenden Ursachen im Wesentlichen formulirt. Bei ihm wirken im Innern der Organismen die umbildenden Kräfte des Idioplasma, während die von Aussen hinzutretenden Reize die Erscheinungen auslösen. Wenn ich sein Idioplasma nicht materiell, sondern dynamisch deute als ein in bestimmter Richtung veränderliches morphologisches Gleichgewicht, so fallen die Kräfte seines Idioplasma nahezu mit meinen Dominanten zusammen. Aus diesem Gesichtspunkte war es mir interessant, Nägeli's Anschauungen etwas schärfer ins Auge zu fassen, und ich fand, dass sie in manchen Punkten den meinigen nahe kommen, obwohl wir von scheinbar ganz verschiedenen Voraussetzungen ausgehen: er von einem die Gestaltung beherrschenden Stoffe und dessen Molecularkräften, ich von einem der Abänderung fähigen System von Kräften zweiter Hand, den Dominanten. In vielen Punkten komme ich allerdings auch zu einer, derjenigen Nägeli's entgegengesetzten Auffassung.

Um gleich ein Beispiel für letzteres anzuführen, so nimmt Nägeli einen ganz scharfen Gegensatz an zwischen den sogenannten morphologischen Merkmalen,[3]) in denen „die Organisation und Arbeitstheilung im Allgemeinen" hervortritt, und den Anpassungen an die Aussenwelt. Es soll die Anpassung an die Aussenwelt, „die Mannigfaltigkeit und spezielle Beschaffenheit der Gestaltung", nur Folge der äusseren Einflüsse sein können.

Hierbei umgeht Nägeli die Grundfrage, ob es wirklich morphologische Eigenschaften im Gegensatz zu Anpassungen giebt; ob nicht auch die ersteren nur erblich gewordene erworbene, also durch Anpassung erworbene, Charaktere sind. Doch wie dem auch sein mag, der Schwerpunkt jedes causalen Erklärungsversuches der organischen Formen liegt auf dem Gebiete der Anpassungen. Diese werden nach Nägeli durch Einwirkung äusserer Reize hervorgerufen. Dabei soll der Gebrauch ein Organ vervollkommnen oder selbst ein neues schaffen können; der Nichtgebrauch die umgekehrte Veränderung des Organs hervorrufen bis zum Verschwinden; also ganz wie bei Lamarck. Diese Veränderungen sollen aber nur durch Vermittlung des Idioplasma's vor sich gehen, und dies ist ein Punkt, wo ich statt Idioplasma meinerseits Dominanten sagen würde. Ich würde mich mit dieser Auffassung, die allerdings für die Pflanzenwelt wenigstens der experimentellen Prüfung kaum zugänglich ist, einverstanden erklären; der Gebrauch des Blattstiels und der Nichtgebrauch der Spreite kann als Ergebniss die Blattformen der neuholländischen Acacien erzeugt haben. Aber zur Erklärung aller Erscheinungen reicht dies

[1]) vgl. v. Baer, Studien S. 304 ff.
[2]) Abstammungslehre S. 133.
[3]) Abstammungslehre S. 138.

Princip nicht aus. Bei *Caulerpa* geräth man sofort in die grösste Verlegenheit, versucht man die Unterschiede zweier Arten aus Gebrauch oder Nichtgebrauch von Organen zu erklären.

Bei Besprechung der einzelnen Fälle, die er zur Stütze seiner Theorie der Anpassungen auswählt, macht Nägeli sich die Sache allerdings wieder sehr leicht.

Eine nur ganz untergeordnete Mitwirkung gesteht Nägeli der Selection zu für die Entstehung der Arten. Auch ich halte „die Allmacht der natürlichen Züchtung" für endgültig widerlegt, möchte aber doch nicht so weit gehen, wie Nägeli. Direkt schaffend vermag die Selection schwerlich zu wirken. Die Mannigfaltigkeit der Arten von *Caulerpa* kam nach meiner Ueberzeugung dadurch zustande, dass bei Fortbildung des Dominantensystems zahlreiche neue morphologische Gleichgewichtslagen entstanden; die zum Fortbestehen geeigneten erhielten sich, die dafür unzweckmässigen gingen zugrunde; das ist eine auch von mir zugelassene Selectionswirkung. Eine zweite Wirkung der Selection sehe ich darin, dass sie die Constanz der heute lebenden Arten von *Caulerpa* bewirkte; denn die Selection muss nothwendig zu constanten Spezies führen, weil nach Erreichung des Optimums der Anpassung die Arten wohl ein wenig um diese Gleichgewichtslage schwanken können, wie ein Pendel um die Lothlinie, aber, wenn es Selection giebt, können die Arten unmöglich über dies Optimum hinauskommen. Nicht die Mannigfaltigkeit, sondern die Constanz der Arten wird durch die Selection erzeugt. Die Mannigfaltigkeit hat ihren Grund in der Wirksamkeit von Dominanten. Jeder Versuch aber, diese Wirksamkeit zu analysiren, stellt uns vor ein undurchdringliches Geheimniss; und in diesem Sinne ist die Vielgestaltigkeit der Gattung *Caulerpa* unerklärbar.

3. Regeneration. Vererbung. Variation.

Die Fortpflanzung von *Caulerpa* besteht darin, dass, wenn man die Pflanze zertheilt, jedes Theilstück durch Wachsthum sich wieder zu einer ganzen Pflanze ergänzen kann. Im Prinzip ist also jedes kleinste Körperfragment — wenn wir von den Wurzeln einmal absehen — befähigt, die Pflanze aus sich heraus unter Aufnahme und Assimilation von Nahrung zu reproduziren. Nur giebt es eine wichtige Einschränkung dafür: das der Fortpflanzung dienende Körperstück darf nicht bloss aus Protoplasma mit einer Anzahl von Kernen, wie man es durch leisen Druck aus einer Wundfläche austreten lassen kann, bestehen, sondern es muss auch von Zellwand umgeben sein. Jenes nackte Protoplasma geht nach kurzer Frist immer zur Grunde, während behäutete Rhizomstücke nach kurzer Zeit durch eine neugebildete Zellstoffplatte die Wunde verschliessen. Man muss daher annehmen, dass entweder das innere Plasma durch den erzwungenen Austritt bereits desorganisirt war, oder dass die unter der Zellwand gelegene plasmatische Hautschicht für die Erhaltung der Lebensfähigkeit eines Stück Zellenleibes unerlässlich ist.

Diese Fortpflanzung von *Caulerpa* ist ein Regenerationsvorgang. Unter Regeneration verstehen wir die Erscheinung, dass ein verstümmeltes Stück einer Pflanze nach Verheilung der Wunden diejenigen Theile durch Wachsthum wieder bildet, die ihm fehlen. Selbstregulatorisch schafft das lebende Pflanzenstück sich einen Ersatz für das verlorene; in zweckmässigster Weise reagirt es auf die ihm zugefügte Verletzung.

Die Zerstückelung wirkt auf das im Zellenleibe von *Caulerpa* waltende Dominantensystem wie ein Reiz; es veranlasst dasselbe, aus altem somatischem Plasma neue Vegetationspunkte zu

bilden. Mit diesen Vegetationspunkten ist die Ergänzung im Prinzip erledigt; normale Wachsthumsvorgänge ontogenetischer Entwicklung vollenden dann die Erscheinung.

Wenn wir von den auslösenden Reizen, wohin ja auch das Licht gehört, absehen, so geht die Regeneration aus von Dominanten, die im somatischen Protoplasma der Pflanze ihren Sitz haben. Dieser letztere Umstand ist in verschiedener Hinsicht bemerkenswerth.

Wir werden uns das embryonale Plasma des Vegetationspunktes einer *Caulerpa* in seinen Eigenschaften zunächst komplizirter vorstellen, als das Protoplasma der ausgewachsenen Theile; denn seine Dominanten bringen Rhizome, Assimilatoren, Wurzeln hervor, während das Protoplasma eines Rhizomstückes, etwa zwischen einer Wurzel und einem Blatt, an sich keine weiteren Organe zu produziren vermag, solange es im Verbande mit den übrigen Theilen der Pflanze steht; wird dieser Verband aber gelöst, so können im alten somatischen Plasma Dominanten hervortreten, die wir sonst nur in den Vegetationspunkten kennen. Der Anlage nach mussten diese Dominanten aber offenbar schon vor Einwirkung des auslösenden Reizes im somatischen Plasma schlummern. *Potentia* wohnt also die Fähigkeit, sämmtliche Organe der betreffenden Art hervorzubringen, in jedem Theile des Zellenleibes einer *Caulerpa*. Im Prinzip fehlt in der Organisation von *Caulerpa* jede Lokalisation der gestaltbildenden Fähigkeit. Dadurch vermindert sich sehr der Gegensatz von embryonalem und somatischem Plasma. Es stehen nicht nur die Vegetationspunkte unter der Herrschaft des spezifischen Vererbungsimpulses, sondern auch jede beliebige Stelle eines alten Blattes oder Rhizoms. Die hier als Adventivbildung entstandenen neuen Vegetationspunkte bilden keine unmittelbare Fortsetzung des embryonalen Plasmas der Mutterpflanze, das in deren Vegetationspunkten gegeben ist, sondern sind durch die auslösenden Reize aus dem somatischen Plasma erzeugt worden. —

Die Erscheinungen der Vererbung treten uns bei *Caulerpa* in besonders vereinfachter Gestalt entgegen; sie enthüllen sich in der Entwicklung der oft so reich gegliederten Riesenzelle aus ihrem Vegetationspunkte wie in einem sich entrollenden Farnwedel, alles spielt sich vor unseren Augen ab; und doch bleibt das Vererbungsproblem eins der dunkelsten der Biologie, eins ihrer tiefsten Geheimnisse. Wir wissen nicht einmal, ob irgend welche geformte, uns bekannte, mikroskopisch sichtbare Bestandtheile des Zellenleibes die ausschliesslichen Träger der Erblichkeit sind, und wenn man die Kerne dafür angesprochen hat, so ist das eine Hypothese. Auch bei *Caulerpa* finden sich keine Handhaben, einen Beweis oder Gegenbeweis für diese Annahme zu gewinnen.

Eng verknüpft mit dem Problem der Vererbung ist das Problem der Variation.

Wir verstehen unter Variation die Erscheinung, dass Nachkommen ihren Eltern nicht vollständig gleichen; dass die Vererbung, um im Bilde zu sprechen, keine exakte war, sondern sich Ungenauigkeiten zu Schulden kommen liess. Wir können auch sagen: der von den Vererbungsdominanten übertragene Zustand des morphologischen Gleichgewichts ist kein vollkommen fixirter, sondern er schwankt um eine mittlere Lage in kleinen oder grösseren Oscillationen.

Zunächst denkt man an die Variation der aus den Samen einer Mutterpflanze aufgegangenen Individuen. Aber auch Sprossungsvariation kommt vor, z. B. in jenen als Atavismus gedeuteten Fällen, wenn an der Kulturrasse eines Baumes unerwartet ein Spross mit den Eigenschaften der ursprünglichen Form hervorwächst. Eine derartige Sprossungs- oder Stockvariation ist bei manchen Arten von *Caulerpa* keine seltene Erscheinung. Wir finden an

einem Rhizom Assimilatoren mit verschiedenen Blattformen oder mit einer verschiedenen Zahl von Fiederzeilen.

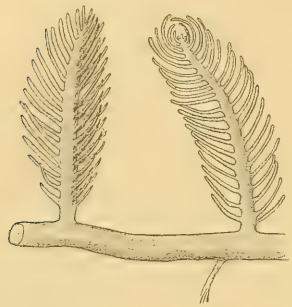


Fig. 86. Form von *C. plumaris* mit theils zweizeiligen, theils dreizeiligen Assimilatoren. [Kopirt nach Weber van Bosse].

In Fig. 86 ist nach W. v. B. die Zeichnung einer Form der *C. plumaris* reproduzirt, bei welcher dicht neben einander am gleichen Rhizom ein Assimilator mit zweizeiligen und ein anderer mit dreizeiligen Fiedern entspringen.

In Fig. 87 a und b sind Stücke von zwei Formen der *C. racemosa*, gleichfalls nach W. v. B., gezeichnet. In der ersten Abbildung sind Blätter der var. *cylindracea* mit denen der var. *laetevirens* vereinigt. Die Figur b zeigt rechts einen kleineren Assimilator mit Blättern der var. *cylindracea*, links einen grösseren mit Blättern derselben Form, in der Mitte aber trägt er Blätter der var. *clavifera*. Ebenso werden von W. v. B. Rhizome abgebildet, die nebeneinander Assimilatoren der var. *Lamourouxii* und der var. *Requieni* hervorsprossen lassen (vgl. l. c. Fig. 3 Taf. XXXII.)

Ausser dieser Variation der Blätter verschiedener Assimilatoren eines Rhizoms, ja eines und desselben Assimilators, zeigt ein Theil der Spezies einen ganz ungemeinen Formenreichthum, der wenigstens zum Theil auf weitgehender Veränderlichkeit der Individuen in der Gegenwart beruht, theilweise auch wohl historisch fixirt ist, so dass mehr weniger konstante Varietäten vorliegen. Die formenreichsten Arten sind *C. racemosa* und *C. cupressoides*. Zu der letzteren Art bemerkt Weber van Bosse das Folgende:[1])

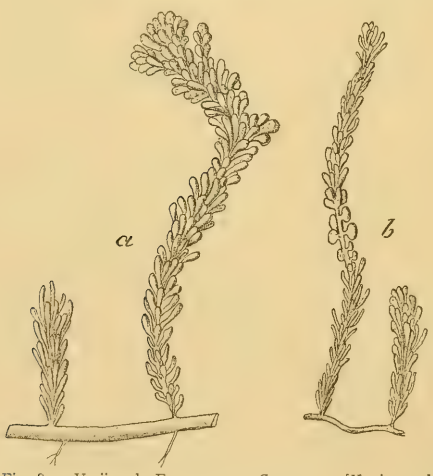


Fig. 87. Variirende Formen von *C. racemosa*. [Kopirt nach Weber van Bosse].

„Cette absence totale de constance dans les caractères est si grande, qu'on a de la peine à trouver deux échantillons identiques, provenant de localités diverses, et quand on s'est occupé pendent quelque temps de ces *caulerpes*, on pourra quatre fois sur cinq dire plus facilement le nom de la localité d'ou provient un nouvel échantillon, que le nom de l'espèce à laquelle elle devrait appartenir d'après les indications de M. J. Agardh."

Wenn wir diese extreme Veränderlichkeit der Exemplare beziehungsweise Individuen vergleichen mit der Abänderung der Blätter an einem und demselben Stock, so ergeben sich daraus bemerkenswerthe Folgerungen. Die Art der Vermehrung von *Caulerpa* bringt es zunächst mit sich, dass wir einen wesentlichen Unterschied zwischen der Stockvariation und der Individualvariation nicht zu machen brauchen. Denn durch Sporen pflanzen die Caulerpen sich nicht fort,

[1]) l. c. S. 324.

sondern nur durch Stocktheilung. Verschiedene Individuen einer Art, z. B. von *C. racemosa* oder *C. cupressoides*, die an einer Lokalität durcheinander wachsen und von dort durch die Sammler zu uns gelangten, können alle von einem einzigen Stocke durch Theilung abstammen. Die Abänderungen, die sie jetzt auszeichnen, können am Mutterstock schon vor dessen auf dem Wege natürlicher Vegetation erfolgter Zerlegung bestanden haben oder sich erst nachher herausgebildet haben; an und für sich ist der Unterschied kein wesentlicher. Ich will damit nicht sagen, dass auch die Abweichungen der Individuen von einander sämmtlich auf Stockvariation zurückzuführen seien, und dass erst nach geschehener Stockvariation und durch die darauf folgende Zerlegung sich die verschiedenartigen Individuen gebildet hätten; denn warum sollen divergirende Abänderungen nicht auch an getrennten Individuen ebensogut aufgetreten sein können, wie an ein und demselben Stock? Aber ein grosser Theil der Individualabweichungen ist doch wohl zweifelsohne auf Stockvariation zurückzuführen.

Die Variationen der Caulerpen, für die es sicher nachgewiesen ist, dass sie ohne Vermittlung von Sporen oder gar eines Sexualactes erfolgen, können am gleichen Stock bald allmählich, bald sprungweise erfolgen; wobei ich unter „allmählich" einen kleinen, unter „sprungweise" einen grossen Sprung verstehen will. Die in Fig. 87a und b gezeichneten Stockvariationen sind allmähliche, die der Fig. 86 ist eine sprungweise. Der letztere Fall ist daher am meisten geeignet, die Entstehung einer ganz neuen Varietät oder gar Art auf dem Wege der Stockvariation zu zeigen. Wir brauchen uns nur vorzustellen, dass ein Rhizom der normal zweizeilige Assimilatoren tragenden *C. plumaris* an einem Aste lauter drei- und mehrzeilige Assimilatoren hervorbrächte, — in Fig. 6 der Taf. XXIV ihres Werkes bildet W. v. B. einen vielzeiligen Assimilator ab —, dass dann durch irgend einen Umstand, z. B. durch Zernagen seitens eines Thiers dieser Rhizomast sich von der normalen Pflanze löste, um in jahrzehntelangem, wenn nicht viel längerem Weiterwachsen lauter mehrzeilige Assimilatoren hervorzubringen, so wäre die *C. plumaris* var. *Farlowii* fertig, die, wenn nicht die Uebergangsformen vorkämen, wahrscheinlich als eine besondere Spezies aufgestellt werden würde, und in der W. v. B. sogar ein Bindeglied zwischen der normalen *C. plumaris* und *C. Selago* erblicken zu sollen glaubt.

In der *C. plumaris* var. *Farlowi* haben wir die Entstehung einer Rasse oder Varietät durch Stockvariation geradezu vor Augen, und da diese Varietät an der Küste von Florida, am grünen Vorgebirge und der Insel Florès gesammelt wurde, so geht daraus hervor, dass diese Form nicht einmal, sondern mehrfach entstanden ist; sie konnte sich darum offenbar mehrfach bilden, weil in der normalen *C. plumaris* die Tendenz zu einer Abänderung in der bezeichneten Richtung gegeben ist. Lassen wir weitere Abänderungen in gleicher Richtung fortschreiten, sind dieselben für die Erhaltung der Form günstig oder doch nicht ungünstig, so können wir uns vorstellen, wie eine Art von *Caulerpa* aus einer anderen, zunächst aus einer ähnlichen, nach und nach durch Stockvariation entstanden ist.

So ist es auch erklärlich, dass gerade bei *Caulerpa* manche Arten durch Uebergänge mit einander in Verbindung stehen, was mich nicht hindert, dieselben darum doch Arten zu nennen. So sind mir *C. racemosa, C. peltata, C. nummularia, C. macrodisca* Arten; W. v. B. zieht aber *C. nummularia* und *macrodisca* zu *C. peltata*, und *peltata* in diesem weiten Sinne als Unterart zu *C. racemosa*. Auch ich möchte glauben, dass eine Form von *C. racemosa* der

Phylembryo von *C. peltata, nummularia* und *macrodisca* gewesen ist, und dass in diesem Formenkreise die relativen Stammeltern, beziehungsweise ihnen höchst ähnliche Formen, sich erhalten haben, weil sie ebensogut an die Lebensverhältnisse angepasst waren und sind, wie die Abkömmlinge. Was man im Interesse der Descendenztheorie so oft vergeblich gesucht hat, die Uebergänge zwischen Arten, bei diesen Caulerpen sind sie vorhanden. Will man aber alles, was durch Uebergangsformen sich verbinden lässt, als Spezies vereinigen, so kommt man z. Th. zu Sammelarten von riesigem Umfange, deren Aufstellung mir kaum im wissenschaftlichen Interesse zu liegen scheint.

Daneben umfasst das Genus *Caulerpa* auch ähnliche Arten ohne Uebergänge in einander, wie z. B. *C. Fergusonii*, *C. cactoides*, *C. articulata*, von diesen sind die Phylembryonen dann ausgestorben. Aber auch ihre Entstehung können wir auf Sprossungsvariation zurückführen, wie die der *C. Farlowii* und der *C. macrodisca*. Irgend ein Grund liegt nicht vor, anzunehmen, dass für die Entstehung auch der nicht schwankenden Arten Sporenbildung oder gar Sexualität nothwendig gewesen wären; schon die Urform von *Caulerpa* konnte apogam und apospor sein. Dann würden im Laufe von Jahrmillionen sich sämmtliche *Caulerpa*arten durch Ablegerbildung auseinander, beziehungsweise aus einer Urform entwickelt haben. Beweisen lässt sich dies freilich nicht.

Was die Ursachen der Stockvariation von *Caulerpa* anlangt, auf die sich doch schliesslich die Rassenunterschiede zurückführen lassen, so müssen dieselben innere sein; die Fig. 86 ist dafür entscheidend. Die beiden Assimilatoren sind unter völlig gleichen Lebensbedingungen entstanden, gerade so wie die verschiedengestalteten Blätter eines Assimilators in Fig. 87b, ganz abgesehen davon, dass eigentlich alle Arten und Formen von *Caulerpa* unter den gleichen Existenzbedingungen leben. Wir müssen uns daher vorstellen, dass das morphologische Gleichgewicht der normalen *C. plumaris* ein verhältnissmässig wenig stabiles ist, dass irgend ein innerer Impuls, den wir uns entweder als Dominante vorstellen können — z. B. als eine Aeusserung von Nägeli's Vervollkommnungstendenz — oder energetisch als inneren Reiz, dass ein solcher Impuls den neu entstandenen Vegetationspunkt eines Assimilators veranlasst, seine seitlichen Auszweigungen nicht zweizeilig, sondern mehrzeilig zu bilden. Das morphologische Gleichgewicht würde daher in jenem Vegetationspunkte eine Verschiebung, die Gestaltungsdominante eine Veränderung erfahren haben. Im Prinzip wäre dies die gleiche Ursache, wie wir auch bei der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der ungeschlechtlichen durch Sporen eine Veränderung der Gestaltungsdominanten annehmen müssen, wenn eine organische Form A in eine andere B übergehen soll. Darum spricht auch die Stockvariation von *Caulerpa* nicht gegen die in der Gegenwart eingetretene Unveränderlichkeit der meisten Pflanzenarten, die mir festzustehen scheint, sie zeigt nur, dass eine Labilisirung des morphologischen Gleichgewichts keineswegs bloss durch äussere Einflüsse, sondern dass sie auch aus inneren Ursachen erfolgen kann. Aber Arten wie *Ranunculus Ficaria*, *Acer Pseudoplatanus*, *Fagus silvatica* halte ich unter den herrschenden Lebensbedingungen für wirklich konstant; ich bin überzeugt, dass andere Faktoren als die in ihrem Innern vorhandenen eingreifen müssten, um sie zu Ausgangspunkten neuer Artbildung werden zu lassen. Eine absolute Unveränderlichkeit solcher Arten nehme ich natürlich auch nicht an, sondern nur eine relative; und das Vorkommen geringfügiger Oscillationen des morphotischen Gleichgewichts derselben wird schon durch die Thatsache bewiesen, dass man nicht

zwei kongruente Blätter von *Acer Pseudoplatanus* am gleichen Baume finden wird. Dieser Grad von Stockvariation kommt jeder Pflanze zu.

Während die Artgrenzen bei einem Theil der Caulerpen, wie im Typus der *C. racemosa*, flüssige sind, ist bei anderen wohl ein Beharrungszustand eingetreten, wie bei den eben genannten Dicotylen. Aber bemerkenswerth ist doch die unzweifelhafte Variabilität der Mehrzahl der Caulerpen, und es ist ein grosses Verdienst Weber van Bosses, gerade diese Abänderungen der Arten auf das Sorgfältigste berücksichtigt zu haben. Interessant wird die Gattung *Caulerpa* gerade dadurch, dass trotz der Gleichförmigkeit der Lebensbedingungen und trotz des Fehlens der Sporenfortpflanzung ihre Arten eine so grosse Veränderlichkeit besitzen.

Die Caulerpen halten sich einestheils konstant durch Kräfte, die in ihnen liegen, und sie verändern sich anderntheils durch den Einfluss innerer Gestaltungskräfte. Die spezifische Konstitution des Protoplasma ihrer Vegetationspunkte ist das Ergebniss ihrer Phylogenie, wie das somatische Plasma das Ergebniss der Ontogenie aus dem der Vegetationspunkte. Aber wenn das somatische Plasma aus sich heraus wieder Vegetationspunkte bildet, so kann das embryonale Plasma dieser Letzteren in seiner Konstitution verändert sein gegenüber dem des primären Vegetationspunktes. Das somatische Protoplasma ist also das Medium, in welchem und durch welches die Variation der Caulerpen entsteht. Ich glaube, dass man diese Thatsache zu berücksichtigen hat bei allen Untersuchungen über Vererbung auch derjenigen Organismen, die lediglich geschlechtliche Fortpflanzung besitzen. —

Die Diskussion der Thatsachen hat auf vorstehenden Blättern zu mehr spekulativen Betrachtungen Anlass gegeben, als mir eigentlich lieb ist. Allein die theoretische Biologie ist an sich nicht weniger berechtigt als irgend eine andere theoretische Naturwissenschaft, z. B. als die theoretische Physik und die theoretische Chemie; aber die Theorie des Lebens liegt immer noch in den Anfängen, obgleich seit Jahrtausenden Menschen darüber nachgedacht haben. Dies rührt daher, weil alle Beobachtung und alle Experimentirkunst, so dankenswerthe Ergebnisse sie auch gezeitigt haben, doch immer nur die Aussenseite der Lebenserscheinungen trifft.

4. Rückblicke und Ausblicke.[1])

Caulerpa ist ein complizirter Mechanismus wie andere Zellen auch. In der Assimilation nimmt sie Energie ein, in der Athmung giebt sie dieselbe aus, und einem zweckmässigen

[1]) Dies Schlusskapitel wurde niedergeschrieben nach dem Durchlesen folgender Schriften von Hans Driesch: „Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft", Leipzig 1893. — „Analytische Theorie der organischen Entwicklung", Leipzig 1894. — „Die Maschinentheorie des Lebens", Biol. Centralblatt 1896 Nr. 9. — „Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge", Leipzig 1899. — Kenner jener Schriften werden unschwer herausfinden, in welchen Punkten meine Anschauungen und die des genialen Zoologen auseinandergehen, in welchen sie sich berühren; letzteres ist mehrfach durch besondere Citate hervorgehoben. Nur eine freimüthige Bemerkung sei mir noch gestattet. Die Lektüre der letzten Abhandlung, der „Lokalisation", ist eine recht schwierige, und es bleibt mir fraglich, ob ich den Autor in allen Punkten richtig verstanden habe. Dazu trägt nicht wenig die Belastung seiner Sprache durch die vielen, mir grossentheils entbehrlich scheinenden Fremdworte und neugebildeten termini technici bei. Ich bin der Meinung, dass wir in dieser Hinsicht des Guten bereits viel zu viel haben, dass wir uns namentlich vor neuem Ballast hüten sollten; ich glaube, die Sprache Göthe's ist biegsam genug, um unter Zuhülfenahme eines unvermeidlichen Minimums mehr oder weniger barbarischer Neubildungen dasjenige auszudrücken, was wir gedacht haben. „Und wenn's euch ernst ist, was zu sagen, ist's nöthig, Worten nachzujagen?" — Der Naturforscher an der Schwelle des zwanzigsten Jahrhunderts hat so enorm viel zu lesen in der Weltliteratur, die von der ganzen Erdoberfläche her auf ihn einströmt, dass formale Schwierigkeiten mit innerer Nothwendigkeit abschreckend wirken müssen. Gerade ein Gelehrter wie Driesch, mit dessen vorurtheilsloser Naturauffassung ich weitgehend

Energieumsatze dient ihre Gestalt und Struktur. Dieser in Ursache und Wirkung klar verkettete Energiewechsel ist, sobald wir das Anfangsglied und das Endglied der Kette betrachten, eine physico-chemische Erscheinung. Aber die Mittelglieder der Kette des Energiewechsels sind bedingt durch die Konfiguration des Apparates, in dem sie verlaufen und an dem sie Arbeit leisten, und zwar gerade durch denjenigen Theil seiner Konfiguration, der über das Sichtbare hinausliegt. Wir sehen Chlorophyllkörner, Kerne, Plasmafäden, meinetwegen sogar Filar- und Interfilarmassen,[1]) Hautschichten, Vacuolen, Stärkebildner. Einige dieser Theile sind uns als Arbeitsorgane grob erkennbar, andere nicht. Athmungsorgane z. B. sehen wir nicht. Aber alle diese sichtbaren und unsichtbaren Theile sind zweckmässig zusammengeordnet und auf einander abgestimmt. Hier würde Unzweckmässiges nicht durch den „Kampf der Plasmaeinheiten" untereinander ausgemerzt werden, sondern einfach den Stillstand der Maschine und den Tod des Organismus zur Folge haben. Denn nur in einen zweckmässig funktionirenden Einklang können die Verschiedenheiten der Konfiguration des Zellenleibes zusammenstimmen — sonst würde Unsinn statt Sinn im *Caulerpa*organismus herrschen.

Dieser Einklang ist nur teleologisch verständlich; der causalen Untersuchung ist er prinzipiell unzugänglich. [2])

Gehen wir zur äusseren Formbildung über, so sind zwingende Kräfte vorhanden, die das gleichförmige embryonale Plasma der Rhizomvegetationspunkte in die Gestalten der funfzig Arten von *Caulerpa* ausmodelliren. Diese Kräfte können nicht selbst Energieen sein, sondern sich nur der Energie bedienen, sie richten und lenken in bestimmte Bahnen, um den Körper von *C. verticillata,* oder *C. prolifera*, oder *C. macrodisca*, oder *C. hypnoides* u. s. w. aufzubauen. Sie können darum nicht Energieen sein, weil wir mit Recht seit der endgültigen Widerlegung der Lebenskraft in den Organismen keine anderen Energieen anerkennen, als auch ausserhalb derselben in der unbelebten Natur vorkommen. Was sind diese Kräfte daher? Es sind Kräfte zweiter Hand, Gestaltungsdominanten, die nur in der Pflanze ihren Sitz haben und von der tektonischen Organisation derselben abhängen, wie das auch die Arbeitsdominanten thun, welche den Energiewechsel unterhalten. Der alte Blumenbach hat in seinem abstrakten Begriffe des „nisus formativus" mit vollem Recht eine solche selbständige Kategorie von Kräften unterschieden; wir nähern uns den konkreten Verhältnissen nur etwas mehr, wenn wir in jeder Art eine Speziesdominante walten lassen; auch diese ist keine Hypothese oder gar Fiktion, sondern eine Abstraktion. Warum diese Dominanten bei jeder Art eine ganz andere Gestalt aus dem Vegetationspunkte hervorzaubern? Die Frage hat soviel Sinn wie jene andere, warum das Silber und das Platin verschieden schwer sind. [3]) Aber ohne Dominanten als Regulatoren der Gestaltung bleibt der Gestaltungsprozess ganz unerklärt; jener Prozess, bei dem eine beschränkte Zahl chemischer Verbindungen, die vielleicht in allen Arten von *Caulerpa* nicht nur zum grossen Theil, sondern ganz und gar identisch sind, zu so verschiedenartigen Typen geformt werden.

sympathisire, der aber, um ein- oder gar durchzudringen, vor allen Dingen die festgewurzelten Vorurtheile der Zeit zu überwinden hat, würde sich seine Aufgabe gar sehr erleichtern, wenn er das Studium seiner Schriften etwas bequemer machte, was unbeschadet der Tiefe ihres Gehalts würde geschehen können. Möge der verehrte Autor mir diese im Interesse des Erfolges der Sache geäusserte Bitte nicht verübeln!

[1]) Vgl. Flemming in Verhandl. d. Anatomischen Gesellschaft 1899. S. 2.

[2]) Vgl. Driesch, Biologie S. 12 ff.

[3]) Vgl. Driesch, Biologie S. 44.

Wenn nun der Vegetationspunkt des Rhizoms von *Caulerpa* dreierlei Organe theils direkt theils indirekt hervorbringt, nämlich Rhizome, Assimilatoren und Wurzeln, und diese drei Organe erst in ihrer Zusammenordnung und ihrem Zusammenwirken einen brauchbaren, d. h. lebensfähigen Organismus abgeben, so werden wir, da die Bildung jener dreierlei Organe zielstrebig in einer Gesammtform konvergirt, die Letztere auch nur teleologisch begreifen können. Denn von der Ausdehnung eines Kubikmikron embryonalen Plasmas, seiner substanziellen Vermehrung durch Assimilation und der Ablagerung eines hundertel Milligramm Zellwandsubstanz an stehen alle Wachsthumsprozesse unter der Herrschaft der zweckmässig organisirenden Gestaltungsdominanten, die im Dienste des Ganzen schaffen und wirken.[1]) Das Ganze ist massgebend und bestimmend für die Erzeugung des Einzelnen, der chemischen wie der tektonischen Einheiten. Der ganze Organismus von *Caulerpa* ist zweckmässig geordnet wie auch jeder Elementarprozess, durch den er zusammengefügt wurde.

Die wichtigsten und entscheidenden dieser Elementarprozesse, z. B. der Prozess, durch den Zellwandmolekel aus dem Protoplasma abgeschieden werden, liegen jenseits der Grenzen des mikroskopisch Sichtbaren. Prinzipiell sind sie aber ebensogut zielstrebig, wie die Entwicklung der Wurzeln und der Assimilatoren, und wären sie nicht zweckmässig sondern zweckwidrig, so könnte keine existenzfähige Pflanze durch sie zu Stande gebracht werden.

Dies ganze Geschehen vom chemisch-tektonischen Elementarprozess bis zur Vollendung einer *Caulerpa* in äusserer Form und Grösse vollzieht sich auf Grund der spezifischen, erblichen Konfiguration des embryonalen Protoplasma der Vegetationspunkte. Diese Konfiguration verliert sich nur scheinbar im alten somatischen Plasma der Zelle, da sie aus diesem durch äussere Anstösse jederzeit wieder erweckt werden kann. Die Ursache jeder solchen Adventivbildung setzt sich zusammen aus dem auslösenden Reize und der spezifischen plasmatischen Konfiguration der lebenden *Caulerpa*zelle. Auch durch die Neuproduktion reagirt das Protoplasma zweckmässig und harmonisch auf den Reiz, und diese inhärente, latente Zweckmässigkeit ist eine seiner wichtigsten physiologischen Eigenschaften.

Die ungeheure Komplikation der Prozesse, die das Leben ausmachen, gestattet zunächst nur ein Urtheil gleichsam aus der Vogelperspektive zu gewinnen, — aber eine solche perspektivische Ansicht ist oft nützlicher, als wenn man, am Boden kriechend, den Wald vor Bäumen nicht sieht. Das Zusammenstimmen, die Einheit in diesen Prozessen ist dabei zunächst nur teleologisch zu begreifen. Warum der einzelne Elementarprozess sich am gegebenen Orte mit vollendeter Sicherheit vollzieht, bleibt uns „mechanisch" unerklärbar, auch wenn wir voraussetzen, was ich meinerseits thue, dass diese Elementarprozesse selbst physikalisch-chemischer Natur sind.

Die Verschiedenheit der fünfzig *Caulerpa*arten ist bereits im Bau des Protoplasma ihrer Vegetationspunkte gegeben. Dort liegt sie nicht nur zur Zeit, sondern auch prinzipiell jenseits der Grenzen des mikroskopisch Sichtbaren; ich meinerseits wenigstens bezweifle, dass jemals Instrumente und Methoden erfunden werden können, die unser Auge soweit schärfen, um jene Unterschiede zu erkennen. Wir haben uns damit abzufinden und dürfen in der Morphologie der Organismen das Sichtbare keineswegs als das allein Wirkliche hinstellen; ein Satz, der selbstverständlich erscheint, der aber nichtsdestoweniger manchen Anschauungen unbequem sein

[1]) Vgl. Driesch, Biologie S. 52.

wird. Darum dürfen wir auch nicht annehmen, dass die Vegetationspunkte der fünfzig Arten von *Caulerpa* wirklich gleichartiges Plasma enthalten, sondern das Plasma derselben ist trotz möglicher chemischer Identität in morphologischer Hinsicht bereits grundverschieden, wenn die Verschiedenheit auch erst in der durch das Wachsthum bewirkten Entfaltung für uns erkennbar wird.

Die Bildung neuer Vegetationspunkte aus altem, somatischem Protoplasma habe ich als einen Auslösungsvorgang aufgefasst. Wieweit auch die Entwicklung des somatischen Plasma und mit ihr der äusseren Gestalt einer *Caulerpa* aus dem embryonalen Protoplasma des Vegetationspunktes auf Auslösung — dann aber auf innerer Auslösung — beruht, muss dahingestellt bleiben; vielleicht kann sie als eine Fortsetzung jenes unzweifelhaften Auslösungsvorganges angesehen werden. Dagegen haben wir gar keinen Anhaltspunkt für die Annahme, dass die Kerne innerhalb des Zellenleibes von *Caulerpa* als die eigentlichen Lenker des sich in harmonischem Rhytmus abspielenden Entwicklungsganges anzusehen sind.

Bei der Vererbung der Eigenschaften der *Caulerpa*arten von einem Individuum auf ein anderes kann nicht die Rede sein von einer Uebertragung durch Kontinuität des Keimplasma. Das Letztere geht erst in somatisches Plasma über, und aus Letzterem wird durch auslösende Reize (Amputationen, Licht etc.) neues Keimplasma formirt, das wiederum zum Ausgangspunkt der Bildung von somatischem Plasma wird. Das Keimplasma überträgt also durch Wachsthum und Entwicklung die Spezieseigenschaften auf das somatische Plasma, und das Letztere überträgt dieselben weiter auf die aus ihm neu entstandenen Vegetationspunkte; ein Vorgang rhytmischer Diskontinuität, der sich in der Verwandlung und Rückverwandlung beider Arten von Protoplasma in einander vollzieht.

Schon in den Vegetationspunkten von *Caulerpa* ist das Protoplasma gestaltlich geordnet und harmonisch gegliedert;[1]) den Entwicklungsprozess des Soma der Pflanze können wir keiner Krystallisation aus einer Mutterlauge vergleichen. Das frühste Stadium dieser Plasmatektonik ist die Grundlage beziehungsweise Bedingung des nächstfolgenden und so fort bis zum Endprodukt; daraus ergiebt sich die Epigenesis des Entwicklungsprozesses mit zwingender Notwendigkeit. An eine Präformation von Assimilatoren und Wurzeln im Vegetationspunkte von *Caulerpa* vermag ich wenigstens nicht ernstlich zu denken. Intelligent wirkende Kräfte aber, die ich Dominanten nenne, sind es, welche das Plasma des Vegetationspunktes zwingen, zu den zweckmässig gestalteten, d. h. im Interesse der Erhaltung des Lebens zweckmässig auf die Aussenwelt reagirenden Assimilatoren und Wurzeln auszuwachsen. Das geordnete Geschehen, welches in der rhytmischen Harmonie des Ablaufens der ganzen Kette morphogenetischer Elementarprozesse vom Vegetationspunkt bis zur fertigen Gestalt zu Tage tritt, ist an sich, eben durch diese Zusammenordnung selbst, schon ein zweckmässiges, und wird niemals aus der Energetik heraus begriffen werden können. Es müssen Dominanten hinzutreten und sich geltend machen, um die Energieen zweckmässig arbeiten zu lassen. Ihre Aufgabe ist es, die Energieen zu richten, die Elementarprozesse zu ordnen, und nur daraus kann eine gesetzmässig harmonische Entwicklung hervorgehen, wie *Caulerpa* sie uns vor Augen führt. —

In den Anpassungen beantwortet der Organismus die Einwirkung der ihn umgebenden äusseren Agentien in einer für die Unterhaltung seines Lebens zweckmässigen Weise. Diese

[1]) Vgl. Driesch, Analytische Theorie S. 160 ff.

Anpassungen können historisch entstanden und stabil sein, wie die Assimilatoren von *Caulerpa;* sie können ontogenetisch, um nicht zu sagen momentan gebildet und experimentell erzeugbar sein, wie alle die Erscheinungen, die unter Pflüger's Gesetz der teleologischen Mechanik fallen, z. B. der Wundverschluss verletzter Theile von *Caulerpa.* Ob die stabilen Anpassungen ursprünglich aus momentanen Reactionen hervorgegangen sind oder aus einer Summe von solchen, die sich phylogenetisch fixirten, ist nicht zu entscheiden. Aber ich glaube, dass die momentanen oder ontogenetischen Anpassungen zur Erklärung der phylogenetischen herangezogen werden dürfen; jedenfalls wird durch erstere das Vermögen des Organismus zu zweckmässiger Reaktion auf äussere Einflüsse ad oculos demonstrirt.

Eine solche eminent zweckmässige Reaktion ist auch die Fähigkeit des somatischen Plasma, durch Reize zur Bildung neuer Vegetationspunkte erweckt zu werden. Was kann aber Zweckmässigeres gedacht werden, als die Konfiguration des Protoplasma in den Vegetationspunkten selbst?[1]) Denn die in der Ontogenie einer Pflanze gegebene Selbststeuerung der physicalisch-chemischen Elementarprozesse grenzt an das Wunderbare.

Im Vegetationspunkt von *Caulerpa* sind Dominanten thätig, deren Bestreben darauf gerichtet ist, direkt die nächste, indirekt die dritte usw. Entwicklungsstufe des Plasmaleibes der Riesenzelle herbeizuführen; schliesslich versinken sie, im fertigen somatischen Plasma, in den Schlummer der Latenz, aus dem sie erweckbar sind, um sich alsdann zu der ursprünglichen Ausgangsform zusammenzuschliessen und nach dem früheren Schema der Epigenese den Entwicklungsgang zu wiederholen. Dabei ist die Verschiedenheit des plasmatischen Systems der fünfzig Arten zu berücksichtigen; doch wollen wir nur an eine Form, etwa *C. prolifera*, als Repräsentanten der Gattung denken. Denken wir uns vom äussersten Scheitel her eine Rhizomspitze über die ersten Wurzeln hinaus bis zum Einschluss des ersten Blattvegetationspunktes in lauter unmessbar dünne Querscheiben aufgelöst, so ist vom Scheitel bis zur letzten dieser Scheiben die primäre epigenetische Kette der Entwicklung gegeben. Secundäre Ketten sind in entsprechenden Querschnitten des Vegetationspunktes der ersten Wurzel und der ersten Blattanlage gegeben, tertiäre in den Querschnitten der Spitzen von Seitenwurzeln: alle diese Schnitte bilden eine verzweigte epigenetische Kette, deren Glieder die Ontogenese des ganzen körperlichen Systems von *Caulerpa prolifera* ausmachen, und die alle ihre Differenzialdominanten besitzen, die von der Integraldominante der Art, die sich im Entwicklungsziel der ganzen Kette verkörpert, beherrscht werden. Ohne jene Dominanten würden die in den Gliedern der Kette sich abspielenden energetischen Prozesse wohl ein Chaos bewegter Stofftheilchen darstellen, niemals aber den Mikrokosmos einer *Caulerpa*, wie wir ihn wachsen, assimiliren, Energiewechsel treiben sehen, hervorbringen können. Auf der anderen Seite ist aber auch wiederum nicht zu verkennen: jeder dieser Querschnitte, namentlich soweit sie vor dem ersten Wurzelvegetationspunkte liegen, enthält potentiell, d. h. als nicht auszulassendes Glied der epigenetischen Kette, den ganzen *C. prolifera*-Organismus in sich festgelegt. Aber jeder einzelne Querschnitt repräsentirt zugleich in seiner inneren Struktur eine von seinem Vorgänger und von seinem Nachfolger etwas verschiedene Entwicklungsstufe: jeder ist die Bedingung des nächsten Querschnitts, er besitzt die Fähigkeit, mittelbar alles, was dem Alter nach auf ihn folgt, aus sich herauszubilden. Erst wenn ein gewisses

[1]) Vgl. Driesch, Maschinentheorie S. 363.

BIOLOGICAL LIBRARY

Alter erreicht ist, kann das Anfangsglied der Kette von neuem daraus entstehen, oder vielmehr ein Glied, das in seinem Produktionsvermögen[1]) mit jenem Anfangsgliede übereinstimmt. Die Verzweigung dieser ontogenetischen Kette in der Entstehung seitlicher Blatt- und Wurzelvegetationspunkte ist aber ein Vorgang embryonaler Differenzirung, wie er einfacher und übersichtlicher nicht gedacht werden kann. In dieser Differenzirung liegt alles klar vor Augen, nicht einmal ein Mikroskop braucht man zu ihrer Analyse herbeizuholen; und doch ist die eigentliche Grundlage der Erscheinung, nämlich die Elementarprozesse, aus denen sie sich zusammensetzt, für unsere sinnliche Wahrnehmung in völliges Dunkel gehüllt. Diese der Hauptsache nach, wenn nicht gänzlich dem energetischen Gebiete angehörigen Elementarprocesse des Wachsthums werden durch das Entwicklungsziel, die Gestalt der Pflanze, in zweckmässiger Weise zu einer Einheit verbunden. —

Die vorstehende Analyse des Entwicklungsprozesses von *Caulerpa* ist eine etwas einseitig morphologische; man kann die Kette des gestaltgebenden Prozesses auch vom dynamischen Gesichtspunkte aus ins Auge fassen. Dann wird man sagen, dass der Vegetationspunkt sich im labilen, das somatische Plasma im stabilen morphologischen Gleichgewicht befindet; man wird zugleich aber anerkennen müssen, dass diese Stabilität nur eine relative ist, da sie durch Reize wieder labilisirt werden kann. Auch ist der Grad der Labilität von der äussersten Spitze ab ein kontinuirlich abnehmender; man könnte in dieser Beziehung die Scheiben der Kette den einzelnen Phasen der Lage eines Pendels von der Horizontalen bis zur Vertikalen vergleichen. Wird dann am alten Plasma ein neuer Vegetationspunkt geweckt, so kehrt das Pendel in die Horizontale zurück; man könnte auch sagen: das Uhrwerk wird von Neuem aufgezogen.

Aber noch in anderer Richtung macht die dynamische Betrachtung sich geltend. In jedem Querschnitte von der Kalotte der äussersten Rhizomspitze an, die wir a nennen wollen, bis zu einem weiter rückwärts liegenden Querschnitte z hin, muss eine dynamische Einwirkung von einem Gliede der Kette auf das Nächstfolgende stattfinden, also von a auf b, von b auf c, weiter auf d, e, f . . . . u. s. w. bis zu z. Wir wollen annehmen, dass z einer Region angehört, in welcher die innere Differenzirung des Plasmaleibes im Wesentlichen bereits vollendet ist. Diese vom Anfangsgliede a ausgehende Entwicklung kann nur dadurch jedes jüngere auf jedes ältere Glied der Kette einwirken lassen, beispielsweise Glied c auf Glied d, dass von c Bewegung auf d übertragen wird. Diese Bewegung kann aber, da es sich um einen gestaltenden Einfluss handelt, unmöglich durch die grob sichtbare Protoplasmaströmung vermittelt werden, da diese solchen Gestaltungsvorgängen eher hinderlich sein müsste; die von uns geforderte Bewegung kann nur von relativ ruhendem Plasma auf anderes der gleichen Art übertragen werden, wobei ganz dahingestellt bleiben muss, worin jene Bewegung besteht.

Nun wissen wir namentlich aus der eingehenden, oben S. 12 citirten Arbeit von Janse, dass im Innern des *Caulerpa*zellenleibes Protoplasmastränge mit Körnerströmung vorhanden sind, während der plasmatische Wandbeleg in Ruhe verharrt, und dass in den Vegetationspunkten gleichfalls ruhendes, sehr feinkörniges Plasma die äusserste Spitze einnimmt; „während die Plasmaströmmungen in der Nähe wachsender Spitzen allmählich schwächer werden und zuletzt ganz aufhören“ (l. c. S. 202). Diese Bemerkung bezieht sich auf die Vegetationspunkte

[1]) Driesch (Lokalisation S. 40) nennt dies „prospective Potenz“.

von Blättern; es wird dann später (S. 242) hinzugefügt, dass die Rhizome sich analog verhalten, dass auch hier die Geschwindigkeit der Plasmaströme in der unmittelbaren Nähe der Spitze allmählich abnehme, zumal aber an der Spitze selbst gering sei. In einem Falle beobachtete Janse indessen, dass bereits in einer Entfernung von 0,25 mm hinter der Rhizomspitze sehr dünne strömende Plasmafäden vorhanden waren. „Selbst an diesem Orte war die Bewegung noch eine ziemlich schnelle, obwohl deutlich geringer wie in den ausgewachsenen Rhizomtheilen".

Wäre nur strömendes Protoplasma in den Vegetationspunkten von *Caulerpa* bis in die äusserste Kalotte der Spitze hinein verhanden, so würden unserere Vorstellungen vom Entwicklungsprozesse, die zur Zeit ohnehin schematisch genug sind, ausserordentlich erschwert; dann würde anscheinend jede Lokalisation der Bildungsvorgänge aufgehoben sein. Weil jedoch das strömende Plasma sich nur im centralen Theil des Zellenleibes findet, wo es unzweifelhaft den Stoffaustausch und Stofftransport vermittelt, daneben aber eine wandständige Schicht ruhenden Protoplasmas vorhanden ist, so ist mit letzterem der Ort der Bildungsvorgänge in dem von mir erörterten Sinne gegeben; nur werden wir die Querscheiben dann mit Ausnahme der Kalotte a sämmtlich als ringförmig anzusehen haben. In diesen Scheiben ruhenden plasmatischen Wandbelegs überträgt sich zweifellos die gestaltende Bewegung von einer auf die andere.

Von den morphologischen Elementen des embryonalen Zellenleibes, d. h. von den idealen Querschnitten der Rhizomspitze und ihrer Auszweigungen, ist natürlich jedes einzelne befähigt, den äusseren Reizen, dem Licht, der Schwerkraft, der Verwundung gegenüber zu reagiren; aber jede reagirt auf besondere Weise nach Massgabe ihrer relativen Lage im ganzen System.[1]) Bleiben alle Querschnittselemente miteinander verbunden, so antworten sie zusammen in harmonischer Weise auf die Reizung. Darum ist es eine Fundamentaleigenschaft jedes Elements, zweckmässig auf Reize zu reagiren; denn würde es unzweckmässig reagiren, so wäre nicht einzusehen, wie am unverletzten Ganzen harmonisch-zweckmässige Reaktionen zur Auslösung kommen sollten. Als Mittel für das zu erreichende Gesammtziel muss eben jede Differenzialreaction zweckmässig sein; darum können wir die in jedem Querschnittselement sich äussernde Entwicklungsrichtung auch zielstrebig nennen. Man kann aber auch sagen: die Ursache der Entwicklung eines Vegetationspunktes von *Caulerpa* ist die Gestalt und Grösse der fertigen Pflanze.

Somit umfasst die Entwicklung der *Caulerpa*-Zelle ein Geschehen, das sich wohl aus energetischen Elementarprozessen zusammensetzt, zu dessen Totalerklärung die Energetik aber nicht ausreicht. Es ist die fundamentale Verschiedenheit des Lebensprozesses von allen anorganischen Vorgängen, die uns hier entgegentritt. Die in der Summe der Elementarprozesse sich äussernde harmonische Zweckmässigkeit erfordert zu ihrer Aufrechterhaltung Kräfte, die nicht selbst Energieen sind, die über den Energieen stehen, die nach Art einer Intelligenz auf die Energieen einwirken, und die ich Dominanten nenne.

In einer Maschine, einem Uhrwerk verkörpert jedes einzelne Rad, jeder Trieb, jede Feder, jede Schraube u. s. w. einen Gedanken; das zweckmässige und zielstrebige Zusammenwirken dieser Theile verkörpert wiederum einen Gedanken, der wie ein unsichtbares geistiges Band die Theile zusammenfasst. In dem Augenblicke, wo einer solchen Maschine Energie zugeführt

[1]) Vgl. Driesch, Lokalisation S. 57 ff.

wird, um damit Arbeit zu leisten, werden alle jene Gedanken zu Dominanten, welche die Energie zwingen, sich in bestimmter Weise zu entwickeln und die durch die Configuration der Maschine vorgeschriebene Thätigkeit zu verrichten.

Der Maschine analog verhält sich der Organismus, sei er eine einfache Zelle oder ein gehirnbegabtes Wirbelthier. Sein Leben besteht in einer Kette elementarer Vorgänge, welche durch die in letzter Instanz aus der lebendigen Kraft der Sonnenstrahlen stammende Energie in Gang erhalten werden. Jeder dieser physikalisch-chemischen Elementarprozesse wird geleitet durch eine Spezialdominante, welche durch die Struktur des Organismus gegeben ist, und durch deren gesetzmässige Thätigkeit z. B. chemische Arbeiten mit der Sicherheit verrichtet werden, wie in einer gut verwalteten Fabrik. Auf dem harmonischen Zusammenwirken dieser Prozesse beruht das Leben des Organismus; und der unsichtbare Faden, der alle jene einzelnen Vorgänge zu einer lebendigen Einheit verbindet, ist seine General- oder Integraldominante.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Fünfter Band.

Abtheilung Kiel.

Mit 1 Tafel, 1 Karte und 96 Figuren im Text.

Kiel und **Leipzig.**
Verlag von Lipsius & Tischer.
1901.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.
Neue Folge. Fünfter Band. Abtheilung Kiel.

Inhalt von Heft I und II.

Seite

Gustav Karsten † III

Heft I.

Ueber Caulerpa. Ein Beitrag zur Biologie der Meeresorganismen. Von J. Reinke . . 1

Heft II.

Untersuchungen über den Pflanzenwuchs in der östlichen Ostsee, IV. Von J. Reinke . 1

Neue Beiträge zur Kenntniss des Aräometers. Von O. Krümmel 9

Plankton in Rügenschen Gewässern. Von Dr. C. Apstein 39

Ueber das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20 zu dem Zwecke quantitativer Untersuchungen des Auftriebs. Von Dr. H. Lohmann 47

Ueber die quantitative Bestimmung der kleineren Planktonorganismen und über den Diagonal-Zug mittelst geeigneter Netzformen. Von V. Hensen 69

Ueber die Nahrung von Thieren aus der Kieler Bucht. Von Ernst Rauschenplat . . 85

Ergänzungen und Berichtigungen zu den Befunden über die im Anfang des Jahres 1895 in der Nordsee treibend gefundenen Fischeier. Von V. Hensen 157

Gustav Karsten †

Am 15. März 1900 verstarb nach langem Leiden Gustav Karsten, Mitglied und Geschäftsführer unserer Kommission, die seinen Verlust aufs schwerste empfindet.

Er war seit dem Jahre 1847 Professor der Physik und Mineralogie an der Kieler Universität, begründete viele meteorologische Stationen in der Provinz Schleswig-Holstein, wo er auch die Neuordnung des Maass- und Gewichtssystems in die Hand nahm und Leiter des Aichamtes wurde.

Seine Thätigkeit war überhaupt eine sehr vielseitige und ausserordentlich fruchtbare; auch den Aufgaben der Kommission widmete er sich mit vollster Energie. Es war hier neben der Geschäftsführung, namentlich das oceanographische und meteorologische Forschungsgebiet, das ihn beschäftigte. Seine Arbeiten: Untersuchung über das Verhalten des reinen Kochsalz im Wasser. 1846, seine Bearbeitung des Artikels Maas und Messen in seiner Encyclopädie der Physik, seine Ausarbeitungen über das Projekt des Nord-Ostseekanals hatten ihn für seine Aufgaben, als er 1870 in die Kommission eintrat, bereits in Richtung von deren Arbeiten geführt.

Seine Veröffentlichungen in den Kommissionsschriften sind folgende:

Jahresbericht für 1871. Physikalisch-chemische Untersuchungen:

A. Frühere Untersuchungen. Das angenommene Beobachtungssystem und die Instrumente.

B. Die Beobachtungen an den Ostsee-Stationen.

Jahresbericht für das Jahr 1872, 73.

Die physikalischen Beobachtungen an den Stationen der deutschen Ostsee- und Nordsee-Küste 1872 und 73 und Beobachtungen über die Wassertemperaturen bei der Expedition im Jahre 1871.

Jahresbericht für 1874, 75, 76.

Die Beobachtungen über die physikalischen Eigenschaften des Wassers der Ostsee und Nordsee.

Jahresbericht 1877 bis 81.

Die Beobachtungen an den Küstenstationen und Schiffsbeobachtungen.

Jahresbericht 1882 bis 86.

Die Beobachtungen an den Küstenstationen.

Jahresbericht 1887 bis 91.

Die Beobachtungen an den Ostseestationen 87 bis 90.

Ausserdem wurden noch von ihm die Ergebnisse der Stationen veröffentlicht und in Dr. H. A. Meyer, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen N. F. bearbeitete er das 2. Heft, wie er überhaupt bei Meyers Untersuchungen stets berathend und helfend mitwirkte.

In den letzten Jahren konnte Karsten, fortdauernd leidend, sich nicht mehr so intensiv den Arbeiten für die Kommission widmen. Seine Geschäftsführung, sein unermüdlicher Eifer mussten immer von der Kommission aufs höchste geschätzt werden.

Hensen Reinke Brandt Krümmel.

Untersuchungen

über den

Pflanzenwuchs in der östlichen Ostsee.

IV.

Von

J. Reinke.

Im Sommer 1899 wurde eine botanische Untersuchung der Gewässer um Hiddensoe sowie des Stralsunder Fahrwassers und des Greifswalder Boddens vorgenommen und, zwar in den Tagen von 8. bis zum 13. August; als Assistent begleitete mich der ständige Hülfsarbeiter der Kommission, Herr Dr. Apstein. Ausserdem schloss sich auf sämmtlichen Untersuchungsfahrten Herr Navigationslehrer Heydrich aus Stralsund an, dem ich für seine mannigfache Förderung der Arbeiten hiermit noch einmal meinen besten Dank ausspreche. Die der Untersuchung dienenden Fahrzeuge waren diesmal von der Fischerei-Aufsichtsbehörde in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt worden, und zwar kam hauptsächlich zur Benutzung der nach Art einer Rennyacht gebaute Kutter des Oberfischmeisters in Stralsund, welcher neben seiner Segeltakellage auch einen Petroleummotor besass, dann am letzten Tage auch das Motorboot des Fischmeisters in Neuendorf. Das erstgenannte Schiff war ein ausgezeichneter Segler; der Petroleummotor machte es für Fahrten gegen den Wind und bei Windstille verwendbar. Leider stellte sich schon am ersten Tage der Untersuchung ein nicht zu reparirender Fehler an der Pumpe der Maschine heraus, die in Folge dessen leicht heiss lief und dann ausser Verwendung gesetzt werden musste. Hierdurch wurden die Ergebnisse der Fahrten insofern etwas beeinträchtigt, als wegen widriger Winde der Vitter Bodden und die Gewässer am Ruden nicht aufgesucht werden konnten; indessen sind diese Lücken nicht so erheblich, um nicht ein Bild der Vegetation in den untersuchten Meeresabschnitten mit einer ausreichenden Vollständigkeit zu gewinnen. Im Einzelnen waren die Ergebnisse die Nachstehenden:

1. Im Schaproder Bodden, westlich von Gröthagen, 2 m Tiefe; muddiger Sand mit kleinen Steinen. Dichte Rasen von *Chara aspera*, daran etwas *Ectocarpus litoralis* und *Polysiphonia violacea*, sowie ziemlich viel *Rivularia nitida*.

2. Ebenda südlich der Halbinsel von Seehof, $1^1/_2$ m; die gleiche Vegetation bei gleicher Bodenbeschaffenheit.

3. An der Südtonne der Trogrinne, 4 m; muddiger Sand mit kleinen Steinen. Dichte Vegetation, der Hauptmasse nach bestehend aus *Zostera marina*, *Potamogeton pectinatus*, einer sehr grossen Form von *Chara aspera*, *Tolypella nidifica*; spärlicher *Ectocarpus litoralis*, *Fucus vesiculosus* var. *evesiculosus*, *Lithoderma fatiscens*, *Polysiphonia nigrescens* und *P. violacea*.

4. Nördlich der Tonne S, 4 m; die gleiche Bodenbeschaffenheit. Reichliche Vegetation: *Potamogeton pectinatus*, *Tolypella nidifica*, *Ulva Lactuca*, *Polysiphonia nigrescens*.

5. Oestlich Plogshagen, 3 bis 1 m; sandiger Mudd. Reichlich *Chara aspera*; ferner *Chara baltica*, *Potamogeton pectinatus*, *Polysiphonia violacea* und *Rivularia nitida*.

6. Westlich der Mittelgrund-Tonne A, 4 m; muddiger Sand. Viel *Potamogeton pectinatus* und *Chara aspera*, dazwischen etwas *Ectocarpus litoralis, Polysiphonia nigrescens* und *P. violacea.*

7. Klimphores Bucht, 3 m; Schlick. Sehr reichlich *Potamogeton pectinatus* mit etwas *Ulva Lactuca* und *Ectocarpus litoralis.*

8. Oestlich der Mittelgrund-Tonne D, südwestlich der Insel Oehe 3 m; Sand. Reichlich *Chara aspera*, mit *Ectocarpus confervoides* und *Polysiphonia violacea* sowie *Ulva Lactuca* und *Rivularia nitida.*

9. ONO. von Schaprode, 2 m; muddiger Sand. *Chara aspera* und wenig *crinita* mit *Polysiphonia violacea.*

10. Oestlich der Mittelgrund-Tonne 4, westlich von Heide, 4 bis 3 m; Sand mit Schlick. Viel *Chara aspera* mit etwas *Chorda Filum, Polysiphonia violacea* und *Rivularia nitida.*

11. Westlich von Surendorf, 2 m; Sand mit Steinen. *Potamogeton pectinatus, Ceramium rubrum, Polysiphonia violacea, Chara aspera* und *Rivularia nitida.*

12. NW. der Insel Heuwiese, 2 m; Sand. *Chara aspera* mit *Polysiphonia violacea* und *Rivularia nitida.*

13. Nördlich der südlich von den Clausdorfer Steinen gelegenen Tonne, 3 m; sandiger Schlick. Viel *Potamogeton pectinatus, Zostera marina, Chara aspera, Tolypella nidifica, Ectocarpus litoralis, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens* und *P. violacea.*

14. Clausdorfer Steine, 2 m; Sand. Ueberwiegend *Chara aspera;* dann *Fucus vesiculosus* var. *evesiculosus, Ectocarpus litoralis, Polysiphonia nigrescens* und *P. violacea, Ceramium rubrum, Rivularia nitida.*

15. Im Proner Wiek, 3 m; gleiche Bodenbeschaffenheit und Vegetation wie in 13 und 14.

16. Südküste des Kubitzer Boddens, 3 m; Sand. *Chara aspera* und *fragilis, Chorda Filum, Ulva Lactuca.*

17. Oestlich vom Parower Haken, 8 m; Schlick. Keine Vegetation.

18. Am Stralsunder Trendel, 3 m; Sand. *Zostera marina*[1]*), Potamogeton pectinatus, Myriophyllum spicatum, Tolypella nidifica, Ceramium rubrum, Polysiphonia violacea.*

19. Bei Tonne 1 westlich der Südspitze von Hiddensoe, 3 m; Sand. *Zostera marina,* im Sande eingesprengte Rasenflecke bildend, dazwischen *Ceramium rubrum* und *Ectocarpus litoralis.*

20. Eine Seemeile NW. der Gellentonne, 5 m; Sand. Dunkle Flecke im Sande unterscheidbar, bestehend aus *Zostera marina* mit viel *Ectocarpus litoralis,* ausserdem *Ceramium rubrum* und *C. tenuissimum.*

21. Zwei Seemeilen NW. von 20, 8 m; Sand. Wenig *Zostera* mit *Ectocarpus litoralis.*

22. Eine und eine halbe Seemeile NW. von 21, 9 m; feiner grauer Sand mit Miesmuscheln. *Zostera marina, Ectocarpus litoralis, Ceramium rubrum* und *C. tenuissimum, Phyllophora Brodiaei, Fastigiaria furcellata.*

23. Eine Seemeile südlich der Bock-Nordtonne, 6 m; feiner Sand. *Zostera marina* mit viel *Ectocarpus litoralis; Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens.*

24. Westlich Plogshagen, 5 m; Sand mit viel *Cardium.* Zerstreute Pflanzen-Inseln im Sande, bestehend aus *Zostera marina* mit *Ectocarpus litoralis.*

[1]) Wächst auch noch bei Stralsund in unmittelbarer Nähe des Bollwerks.

25. Südlich Dänholm zu beiden Seiten der Fahrrinne sowie nördlich von Devin 3 m Tiefe auf weichem Grunde viel *Zostera marina.*

26. Südlich Ellergrund-Tonne, Schlick, 3 m. Viel *Zostera, Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris, Ceramium rubrum* und *C. tenuissimum, Polysiphonia nigrescens, Ulva Lactuca, Rivularia nitida.*

27. NW. von Stahlbrode, 3 m; Schlick. Viel *Zostera marina, Zanichellia palustris.*

28. Südlich der Mittelgrund-Tonne 5, 3 m; Schlick. *Zostera marina. Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens.*

29. Südlich vom Palmerort-Feuerschiff, 7 m; Schlick mit *Mytilus*, keine Pflanzen.

Das Feuerschiff bezeichnet den Eintritt in den Greifswalder Bodden.

30. Nördlich der Kooser Stein-Tonne, 5 m; Sand und Muscheln. *Zostera marina, Polysiphonia nigrescens, P. violacea.*

31. Am Gahlkower Haken 4 m; Sand mit kleinen Steinen. *Zostera marina, Potamogeton pectinatus, Polysiphonia nigrescens* und *P. violacea, Ceramium rubrum.*

Der Abschnitt südlich der Linie Kooser Stein bis Gahlkower Haken war wegen Schiessübungen gesperrt.

32. Elsa-Grund, 7 m; Sand. *Fusus vesiculosus* var. *evesiculosus,* viel *Fastigiaria furcellata: Polysiphonia nigrescens, Phyllophora Brodiaei* in einer sehr feinen Form.

33. Rugia-Grund, 5 m; grober Sand. *Zostera marina, Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris* und ziemlich reichlich *Florideen: Fastigiaria furcellata* und *Polysiphonia nigrescens.*

34. Kochufer vor Gross-Vilm, 4 m; Sand. *Zostera marina, Potamogeton pectinatus, Chara aspera, Ceramium rubrum.*

35. Trendelriff, 4 m; Sand und Steine. *Zostera marina, Potamogeton pectinatus, Tolypella nidifica, Chara aspera, Ceramium rubrum, Phyllophora Brodiaei,* feine Form, *Fastigiaria furcellata, Polysiphonia nigrescens, P. violacea.*

36. Wilmergrund-Westtonne, 6 m; Sand und Steine. Reine *Florideen*-Vegetation in dichten Rasen: *Fastigiaria furcellata,* und feine *Phyllophora Brodiaei, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens, P. violacea.*

37. Doretta-Grund, 5 m; fester Sand mit Steinen. *Zostera marina, Zannichellia, palustris,* dichte *Florideen*-Rasen: *Fastigiaria furcellaria, Ceramium rubrum, Phyllophora Brodiaei, Polysiphonia violacea.*

38. Nordrand von Gross-Stubber, 7 m; Sand und kleine Steine. *Lithoderma fatiscens, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens.*

39. Gross-Stubber, 4 m; Sand, *Zostera marina, Potamogeton pectinatus, Zannichellia palustris, Chara aspera, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens, Phyllophora Brodiaei.*

40. Mitte zwischen Gross-Stubber, und „Gelbes Ufer", 9 m; schlammiger Sand mit Muscheln, keine Pflanzen.

41. Tonne vor „Gelbes Ufer", 5 m; Sand mit Steinen. *Zostera marina, Phyllophora Brodiaei, Fastigiaria furcellata, Ceramium rubrum, Polysiphonia nigrescens, Lithoderma fatiscens, Ceramium tenuissimum, Cladophora rupestris.*

42. Bank westlich Vilmgrund, 5 m; Sand mit Steinen. *Zostera marina, Potamogeton pectinatus, Fastigiaria furcellata, Phyllophora Brodiaei, Polysiphonia nigrescens, Ceramium rubrum.*

43. Fahrrinne NW. vom Trendelriff, 8 m; Schlick mit grossen Steinen. Keine Vegetation.

44. Südlich von Tonne A zu Lauterbach, 4 m; Sand. *Chara aspera* in Menge, *Potamogeton pectinatus, Chara baltica, Tolypella nidifica, Ulva Lactuca, Ceramium rubrum.*

Bei Lauterbach trugen die Brückenpfähle *Enteromorpha compressa* und *Cladophora sericea,* an grossen Steinen beim Bade sass *Fucus vesiculosus,* wie immer in der Form *evesiculosus.*

Die nachfolgenden Aufnahmen wurden vom Ruderboot aus mit der Harke also im ganz flachen Wasser gemacht.

45. Steinbank vor Neuendorf. *Fucus vesiculosus* blühend. *Enteromorpha intestinalis, Rivularia nitida* und *atra, Hildenbrandtia rosea, Cladophora sericea, Ectocarpus litoralis, Polysiphonia violacea,* in grosser Menge sowohl an den Steinen wie am *Fucus Ceramium tenuissimum.* Auf dem sandigen Grunde vor der Steinbank viel *Chara aspera* mit *Rivularia nitida.*

46. Küste südlich von Neucamp, vor dem Denkmal des Grossen Kurfürsten. Weisser Sand mit Steinen. *Chara aspera* und *baltica, Potamogeton pectinatus, Rivularia nitida, Cladophora sericea, Fucus vesiculosus, Ceramium tenuissimum, Enteromorpha intestinalis.*

47. Steinbank unmittelbar vor Neucamp. *Ectocarpus confervoides, Rivularia atra, Fucus vesiculosus, Ceramium tenuissimum, Enteromorpha intestinalis.*

48. Steinbrücke von Neucamp. *Fucus vesiculosus, Enteromorpha intestinalis* und *E. compressa, Cladophora sericea* und *Cl. glomerara, Ectocarpus litoralis.*

49. Etwas vom Lande entfernt in zwei Meter Tiefe viel *Chara aspera.*

50. Steinriff unter Klein-Vilm. *Potamogeton pectinatus, Cladophora sericea, Cl. glomerata, Fucus vesiculosus, Rivularia atra* an den Steinen unter dem Wasserspiegel, über dem Wasserspiegel sass *Lichina confinis* in kreisförmigen Rasen; *Ceramium tenuissimum, Enteromorpha intestinalis.* Die Sandfläche vor Mittel-Vilm war meist unbewachsen, nur vereinzelt fand sich *Potamogeton pectinatus;* gegen Gross-Vilm hin trat *Chara baltica* auf, daran sassen *Ceramium tenuissimum* und *Polysiphonia violacea.*

An den Steinen vor Gross-Vilm fand sich die gleiche Vegetation wie an denen vor Klein-Vilm.

Neue Beiträge

zur

Kenntniss des Aräometers.

Von

O. Krümmel.

I.

Die Kapillaritätserscheinungen und die Oberflächenspannung des Seewassers.[1]

Ein in eine benetzende Flüssigkeit eingetauchtes Aräometer zeigt den Skalenstengel umgeben von einem ringförmigen Wall, der zuerst wenig, dann stärker nach Aussen hin konkav sich aus der Oberfläche der Flüssigkeit erhebt und an der Glaswand des Stengels etwa zwei Millimeter ansteigt. Bei der vorschriftsmässigen Ablesung des Aräometers schaltet man bekanntlich diesen Kegelring ganz aus, indem man schräg von unten her durch die Flüssigkeit hindurch sieht, sich deren ungestörtes Niveau bis zum Skalenstengel horizontal verlängert denkt und den entsprechenden Abstand vom nächsten Theilstrich schätzt. Ist die Theilung, wie bei den besseren Aräometern gewöhnlich, hinreichend sauber und fein ausgeführt, so ist im Laboratorium zwar eine Ablesung bis 0.1 mm Genauigkeit, an Bord meist nur bis etwa 0.5 mm möglich; die einzelnen Ablesungen aber, die man mit demselben Instrument in derselben Wasserprobe bei genau gleichen Temperaturen ausführt, können gelegentlich auch im ruhigsten Laboratorium unter einander Abweichungen bis zu 1 mm zeigen; von älteren Beobachtern werden sogar solche bis zu 2 mm behauptet, was nach meiner Erfahrung aber nur bei geringer Sorgfalt vorkommen kann. Diese schon lange bekannte und gewiss sehr störende Unsicherheit wird zu ihrem grössten Theil mit Recht auf eine verschiedene Ausbildung der erwähnten Kapillarwelle zurückgeführt (Langberg, G. Karsten, G. v. Neumayer); zufällige, oft unvermeidbare und unkontrolirbare Verunreinigungen der Wasseroberfläche (durch Fetttheilchen, Fasern, Stäubchen) verhindern die normale Ausbildung der Kegelwelle; auch die Benetzbarkeit des Glases zeigt sehr grosse Verschiedenheit und ist an Bord nur mit Mühe nach Wunsch zu erzielen, etwa indem man nach Maly's Rath[2]) den Aräometerstengel mit einem reinen leinenen Tuch, das mit ein wenig destillirtem Wasser besprengt und angefeuchtet ist, mehrfach abwischt; jedenfalls muss man ein vollkommnes Trockenreiben unterlassen. Wie ich schon früher geäussert und durch die weitere Erfahrung nur bestätigt gefunden habe, scheinen die Ablesungen erst dann eine gleichmässige Uebereinstimmung zu liefern, wenn eine gewisse Durchtränkung der gesammten Glasoberfläche des ganzen Aräometerkörpers mit Wasser erfolgt ist, nicht nur damit sich am Stengel die Kapillarwelle in voller Regelmässigkeit ausbilde, sondern auch das Aräometer sein volles Gewicht in Wasser erlange. Irgendwelche Berührung mit Fett (Schweiss der Finger) verhindert unzweifelhaft diese vollkommene Benetzung der Glasoberfläche.

---

[1]) Vgl. die früheren Beiträge in Annalen der Hydrographie 1890, 381—395; 1894, 415—427. In diesem zweiten Aufsatze sind die Kapillaritätswirkungen zum Theil unzutreffend dargestellt und in den Zahlenangaben leider ganz falsch.

[2]) Zeitschrift für Instrumentenkunde 1892, S. 61.

Von dem ganzen Bereich dieser Störungen soll im Folgenden zunächst allein die Kapillarwelle nach ihrer normalen Ausbildung in Seewasser und ihrer Bedeutung für das Seewasseraräometer näher untersucht werden, während die Würdigung der anderen Einflüsse späterer Gelegenheit vorbehalten bleiben mag.

Die Kapillarwelle hängt am Aräometerstengel, wie ein oben aufgesetztes Extragewicht. Deshalb drückt man auch die Oberflächenspannung, d. h. den Widerstand der Flüssigkeiten gegen eine Vergrösserung ihrer Oberfläche, in Gewichtseinheiten aus: Die Kapillaritätskonstante α' giebt das pro Einheit der Kontaktlinie an einer Wand gehobene Gewicht der Flüssigkeit. Um einen cylindrischen Skalenstengel vom Radius ϱ herum erhält daher die kapillare Kegelwelle ein Gewicht, gleich dem Produkt aus dem Umfang des Stengels und der Konstanten α'; also $\gamma = 2\varrho\pi\alpha'$ Bei einem feinen Aräometer, dessen Stengel eine Dicke von 3 mm ($\varrho = 1.5$) hat, wird in destillirtem Wasser von 15° ($\alpha' = 7.478$) das Gewicht der Kapillarwelle $\gamma = 70.5$ mg werden. — Neuerdings ist es Gebrauch geworden, diese Konstante in absolutem Maass (CGS) anzugeben, indem man den alten Werth mit 9.81 multiplizirt.

Die Kenntniss der Kapillarkonstante α für reines Wasser und ihre Abhängigkeit von der Temperatur befindet sich zur Zeit noch nicht in einem durchweg befriedigenden Zustande. Unter den neueren Untersuchungen sind die von Gustav Jäger, P. v. Eötvös und P. Volkmann wohl die zur Zeit besten. Jäger,[1]) der selbst nur relative, keine absoluten Bestimmungen vorgenommen, sich vielmehr an die Messungen von Brunner angeschlossen hat, giebt folgende Formel für die Aenderung der Oberflächenspannung mit der Temperatur in absolutem Maasse an:

$$\alpha = 77.09 - 0.1788\,t.$$

Eötvös, dessen Originalabhandlung in magyarischer Sprache geschrieben zu sein scheint, giebt nach einer Mittheilung von Heilborn[2]) eine quadratische Gleichung in altem Maasse (mg/mm):

$$\alpha' = 7.617 - 0.0136\,t - 0.000035\,t^2.$$

Ich finde, dass zwischen 0° und 25° seine Werthe sich auch in einer linearen Gleichung noch recht gut wiedergeben lassen; sie lautet, und zwar in absolutem Maass:

$$\alpha = 74.75 - 0.1418\,t;\ \text{wahrscheinl. Fehler} = \pm 0.02.$$

Volkmann[3]) giebt selbst keine solche Formel; doch zeigt schon eine graphische Darstellung, dass seine Bestimmungen zwischen 6° und 25° durch eine einfache lineare Gleichung vorzüglich auszudrücken sein müssen; bestimmt man diese nach der Methode der kleinsten Quadrate, so erhält man in absolutem Maass:

$$\alpha = 75.59 - 0.1472\,t;\ \text{wahrscheinl. Fehler} = \pm 0.01.$$

Wie sehr indess die einzelnen Angaben der drei genannten Autoritäten auseinandergehen, mag die Zusammenstellung a. f. S. zeigen (α immer in absolutem Maass). Ihnen gegenüber hält G. Quincke, der die Lehre von der Kapillarität seit 1870 durch wichtige Entdeckungen bereichert hat, noch heute an einem Werthe für $\alpha' = 8.253$ oder $\alpha = 80.98$ bei $t = 20°$ fest, wie er ihn aus Messungen an flachen Luftblasen erhalten hat. Die Beobachtungsmethoden

[1]) Ber. Wien. Akad. Bd. 100. 1891, Abth. 2a, S. 245 ff.
[2]) Landolt und Börnstein's Physik. Chem. Tabellen 2. Aufl. 1894, S. 51.
[3]) Wiedemann's Annalen Bd. 56, 1895, S. 483.

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
« nach Jäger. . .	77.09	76.19	75.30	74.41	73.51	72.62	71.72
„ „ Eötvös. .	74.73	74.07	73.35	72.65	71.93	71.17	70.42
„ „ Volkmann	75.59	74.85	74.12	73.38	72.65	71.91	71.17

gehören offenbar zum Schwierigsten in der gesammten experimentellen Physik, und kein Verfahren erfreut sich bisher einer allgemeinen Anerkennung.

Für Seewasser fehlen in der Litteratur jegliche Bestimmungen dieser wichtigen Kapillaritätskonstanten. Der einzige Versuch dieser Art, von Dittmar in den *Challenger Reports*[1]), ist technisch durchaus misslungen, denn Dittmar erhielt, zu seiner eigenen Verwunderung, einen Werth von α, der für Seewasser (von der Dichtigkeit = 1.028) kleiner war, als für destillirtes Wasser, und zwar im Verhältniss von 402 zu 456, während doch zu erwarten war, dass, wie sonst ausnahmslos für wässrige Lösungen feststeht, auch das Seewasser einen grösseren Werth von α besitzen musste. Dittmar hat durch seine verfehlte Behandlung des Problems das Verständniss für die Bedeutung der Kapillarwelle für die Aräometrie in England anscheinend zurückgehalten; denn keine der englischen Autoritäten beachtet sie bei ihren Volumbestimmungen des Aräometers vom Challengertyp und bei der Berechnung des spezifischen Gewichts. Und doch handelt es sich um ein Gewicht im Betrage von meist 70 bis 90 mg, das durch die Kapillarwelle dem Gewicht des Aräometers hinzugefügt wird; durch systematisches Ignoriren einer solchen Gewichtssteigerung wird das spezifische Gewicht durchweg zu klein gefunden, erhalten also die so bearbeiteten Aräometer sämmtlich von vornherein eine starke positive Korrektion.

Da das Seewasser eine sehr verdünnte Lösung verschiedener Salze vorstellt, so wäre als erste Annäherung in Betracht zu ziehen, ob nicht einfach mit den Kapillarkonstanten für reines Wasser gerechnet werden könnte. Der dabei zu erwartende Fehler könnte möglicherweise klein bleiben; er könnte aber auch gross werden, da man nicht im Voraus wissen kann, wie sich Lösungen, die eine so komplizirte Mischung von Salzen zeigen, wie Seewasser, gegenüber der Kapillarkonstante verhalten. Hier konnte nur eine experimentelle Untersuchung die Frage lösen helfen. Immerhin kam bei dem für die Aräometrie vorliegenden praktischen Bedürfniss nicht so sehr eine exakte Bestimmung dieser Konstante nach ihrem absoluten Werth für Seewasser von verschiedenem Salzgehalt in Betracht, als eine Feststellung ihrer Verschiedenheit von der betreffenden Konstante für das reine Wasser; es genügten also für den vorliegenden Zweck parallele Beobachtungen an destillirtem Wasser und an Seewasser von verschiedenem Salzgehalt. Kommt man später zu einer grösseren Uebereinstimmung über den absoluten Werth der gesuchten Konstante für reines Wasser, so werden sich die etwa von uns für das Seewasser gewonnenen leicht daran anschliessen lassen.

Da mir durch eine von der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften gewährte Unterstützung eine vorzügliche Präcisionswaage zur Verfügung stand, versuchte ich zunächst die von Duprez (1863) und Magie (1885) angewandte sogen. Tropfenmethode, wobei ich mich

[1]) Physics and Chemistry, vol. I, 83.

möglichst genau an die hierfür von Ostwald[1]) gegebene Anleitung hielt, also das Gewicht des abfallenden Tropfens bestimmte. Die Ergebnisse konnten jedoch nicht als befriedigend bezeichnet werden, schon aus dem einen Grunde, dass eine absolut schütterfreie Aufstellung des erforderlichen Apparats leider ausgeschlossen war. Aber auch die andern Fehlerquellen erwiesen sich als unkontrolirbar: weder die Temperatur des Tropfens konnte mit Sicherheit bestimmt, noch die Grösse der einzelnen Tropfen genau gleich gemacht, noch eine Verstärkung des Salzgehalts durch Verdunstung verhindert, noch die Wägung mit der hierfür erforderlichen Genauigkeit (die Waage gab 0.1 Milligramm, während hier 0.01 erwünscht sind) durchgeführt werden. Aus einer längeren Reihe von Tropfengewichten von Nordseewasser (mit dem Salzgehalt = 34.9 Promille) erhielt ich bei einer Zimmertemperatur von im Mittel 16.5° einen Mittelwerth von $g = 30.9$ mg; bei $t = 18.1°$ von $g = 30.5$ mg. Eine dazwischen liegende Serie von Wägungen an destillirtem Wasser ergab bei $t = 17.3°$ $g = 30.1$ mg. Bilden wir aus den beiden Nordseewasserreihen einen Mittelwerth, so erhalten wir $t = 17.3°$ und $g = 30.7$ mg. Nun ist die Kapillarkonstante für destillirtes Wasser nach G. Jäger's Formel bei $t = 17.3°$, $\alpha = 74.00$, folglich für das Nordseewasser bei derselben Temperatur nach den Tropfengewichten:

$$\alpha = 74.00 \frac{30.7}{30.1} = 75.56$$

und die Differenz der beiden Konstanten 75.56—74.00 = 1.56. Bei einem Versuch mit Ostseewasser (vom Salzgehalt = 12.97 Promille) ergab sich für die Temperatur von 15.5° das Tropfengewicht im Mittel zu 31,1 mg, bei destillirtem Wasser derselben Temperatur zu 30,5 mg. Nach G. Jägers Formel ist für destillirtes Wasser bei 15.5° $\alpha = 74.32$, also für das untersuchte Ostseewasser nach den Tropfengewichten:

$$\alpha = 74.32 \frac{31,1}{30,5} = 75.78,$$

folglich um 1.46 höher als für destillirtes Wasser. Dies entspricht aber nicht der im Vergleich zum Nordseewasser sehr viel niedrigeren Salinität, wenn wir annehmen, was durchaus wahrscheinlich ist), dass der Werth von α direkt dem Salzgehalt proportional wächst. Denn, falls wir die bei Nordseewasser erhaltene Bestimmung als maassgebend setzen, so müssen wir für das Ostseewasser nicht 1.46, sondern nur 0.58 zur Konstante α des destillirten Wassers hinzufügen; oder falls wir die Ostseereihe zu Grunde legen und extrapoliren wollen, so müsste der Ueberschuss für das Nordseewasser 3.93 und nicht 1.56, wie oben gefunden, betragen. Bei Fortsetzung der Versuche machten sich die oben angegebenen Bedenken geltend, und da sich die Abweichungen der einzelnen Tropfengewichte vom Mittelwerth häufig bis zu $\pm$ 1.2 Milligramm steigerten, musste ich diese Methode, als für den vorliegenden Zweck nicht scharf genug, aufgeben und eine bessere suchen. Eine solche fand ich bei Gustav Jäger.

Seine Methode beruht auf der Bildung von Luftblasen innerhalb einer Flüssigkeit und ist besonders fein durch das von ihm ausgebildete Differentialverfahren. Durch zwei Röhren von verschiedenem Lumen, von denen die eine sicher befestigt senkrecht nach unten in die Flüssigkeit hineinragt, während die andere mit einer Mikrometerschraube vertikal neben ihr verschoben werden kann, wird von demselben geschlossenen Behälter aus unter leichtem aber möglichst

[1]) Hand- und Hilfsbuch S. 201. Die von J. Traube und C. Forch benutzte Modifikation dieser Methode habe ich damals noch nicht gekannt.

konstantem Druck Luft hindurchgetrieben, die an dem eingetauchten Ende des einen oder des andern Rohrs in Blasen austritt. Man verschiebt nun das bewegliche Röhrchen solange, bis aus den Mündungen beider Röhren gleichzeitig Luftblasen austreten und misst dann mit der Mikrometerschraube den senkrechten Abstand der beiden Röhrenmündungen von einander. Nennen wir diesen Höhenunterschied h, so ist dann nach Jäger:

$$\alpha = \frac{c_1 h}{v + \beta},$$

wo v das spezifische Volum (den reciproken Werth des spezifischen Gewichts $\frac{1}{s}$), c und β zwei für jeden benutzten Apparat verschiedene Konstanten sind. Wenn man dasselbe Röhrenpaar nach einander in verschiedene Flüssigkeiten senkt, so erhält man so zuverlässige relative Werthe für die Kapillarkonstante, wie sie durch keine andre Methode gleich sicher und bequem zu gewährleisten sind. Hier ist man stets der Temperatur gewiss, die an der Stelle, wo sich die Blasen bilden, in der untersuchten Flüssigkeit herrscht. Ebenso ist es ganz leicht möglich, zwischen die einzelnen Beobachtungsreihen an Seewasser solche an destillirtem Wasser einzuschalten, was ja für unsre Zwecke besonders erwünscht war.

Ich bin nun meinem verehrten Kollegen und Freunde H. Ebert zu grossem Danke verpflichtet dafür, dass er mir Ende Januar und Anfang Februar 1897 nicht nur im physikalischen Institut der Universität die Apparate zur Verfügung stellte, sondern auch so liebenwürdig war, die erforderlichen Konstanten selbst zu bestimmen. Die von H. Ebert getroffene Anordnung war gegen die von G. Jäger angegebene in mancher Hinsicht verbessert. Statt des von diesem benutzten Gummiballs war ein an die städtische Wasserleitung angeschlossenes Gebläse vorgesehen, dessen Luftdruck genau kontrolirt und regulirt werden konnte. Kleine Schwankungen im Luftstrom, die durch gelegentliches Nachlassen des Druckes der Wasserleitung auftraten, wurden dadurch gemildert, dass der Luftstrom durch eine starkwandige Glasflasche von drei Liter geleitet war, ehe er den Beobachtungsröhren zugeführt wurde; auch unmittelbar vor der Gabelung, die den Luftstrom in jede der beiden Röhren eintreten liess, war noch ein Manometer angebracht. Die Länge der Gummischläuche wurde in den Vorversuchen auf ein Minimum reduzirt, da sich elastische Nachwirkungen erkennbar machten. Solche traten dann auch sehr störend auf und unterbrachen, namentlich in den ersten Tagen, die Arbeit auf viele Minuten, sobald man das Gebläse etwa zu rasch angehen liess. Die Konstanten des Apparats waren an destillirtem Wasser und Aether bestimmt worden. Die Höhendifferenz der beiden Röhrenmündungen hat betragen: bei Wasser von 14.20° (spezifisches Gewicht $s = 0.999$) $h = 46.19$ mm; bei Aether von 14.28° ($s_1 = 0.725$) $h_1 = 15.35$ mm. Die Kapillarkonstanten wurden beim Wasser $\alpha = 74.80$, beim Aether $\alpha_1 = 18.75$ gesetzt.

Hieraus folgt zunächst

$$\beta = \frac{\frac{\alpha_1}{s_1} h - \frac{\alpha}{s} h_1}{\alpha h_1 - \alpha_1 h} = 0.161.$$

Sodann noch

$$c = \frac{\alpha_1 (1 + \beta s_1)}{h_1 s_1} = 1.881.$$

Diese Konstanten β und c sind abhängig von den Werthen, die für α und α_1 eingesetzt werden; und zwar erleiden sie dabei verhältnissmässig starke Veränderungen, wenn α und α_1

nur wenig von den oben angenommenen Werthen abweichen. Folgt man Volkmanns Bestimmungen für reines Wasser, so wird α für $14.2^0 = 73.51$, nach Eötvös aber $= 72.76$. Nach Timberg würde α_1 für Aether bei $14.28^0 = 17.74$ werden. Kombinirt man Volkmanns und Timbergs Zahlen, so wird $\beta = 0.002913$ und $c = 1.5974$; mit Eötvös und Timberg aber $\beta = 0.04168$ und $c = 1.6422$. Um zu zeigen, wie stark diese verschiedenen Grössen das Endresultat beeinflussen, mag ein Beispiel aus den Beobachtungen selbst folgen. In Seewasser von spezifischem Gewicht $s = 1.027$ war bei der Temperatur $= 12.8^0$ der vertikale Abstand der beiden Röhrenenden $h = 45.48$ mm. Nennen wir nun α die Oberflächenspannung des Seewassers, α_0 die des reinen Wassers bei derselben Temperatur ($= 12.8^0$), so ergiebt sich

1. Nach Ebert und Jäger:	2. Nach Volkmann:	3. Nach Eötvös:
$\alpha = 75.42$	$\alpha = 74.41$	$\alpha = 73.50$
$\alpha_0 = 74.80$	$\alpha_0 = 73.72$	$\alpha_0 = 72.96$
$\delta = 0.62$	$\delta = 0.69$	$\delta = 0.54$

Bei der noch obwaltenden Unsicherheit über die besten Methoden und gegenüber der Thatsache, dass der erste Werth für δ dem arithmetischen Mittel aus dem zweiten und dritten Werth entspricht, habe ich die ganze gleich anfangs mit den Konstanten $\beta = 0.161$ und $c = 1.881$ durchgeführte Rechnung unverändert bestehen lassen.

Tabelle I.

Seewasser.

Salzgehalt Promille	Temperatur ^{0}C	α	α_0	$\delta = \alpha - \alpha_0$	Mittel der δ
34.90	12.80	75.40	74.80	+ 0.60	
„	12.95	75.36	74.75	.61	
„	13.40	75.56	74.69	.87	+ 0.71
„	12.85	75.53	74.79	.74	
„	13.55	75.38	74.66	.72	
24.96	13.30	75.19	74.71	+ 9.48	
„	13.30	75.21	74.71	.50	+ 0.49
„	13.25	75.18	74.72	.46	
„	13.70	75.13	74.63	.50	
15.82	13.00	75.15	74.76	+ 0.39	+ 0.39
13.00	13.00	75.02	74.76	+ 0.26	+ 0.26
7.73	12.90	75.16	74.78	+ 0.38	
„	13.20	74.73	74.72	+ 0.01	
„	13.20	74.74	74.72	+ 0.02	+ 0.06
„	13.25	74.66	74.72	— 0.06	
„	13.60	74.67	74.65	+ 0.02	
„	13.65	74.64	74.64	0.00	

Für die Untersuchung standen fünf Proben von Seewasser zur Verfügung, deren Salzgehalt durch meine sehr guten Aräometer bis auf $\pm$ 0.02 Promille genau bestimmt war. In Tabelle I sind zunächst die erhaltenen Beobachtungen zusammengestellt: es bedeutet α die Kapillarkonstante des Seewassers bei der Beobachtungstemperatur; α_0 die Kapillarkonstante für destillirtes Wasser bei derselben Temperatur t^0, berechnet aus G. Jäger's oben erwähnter Formel:

$$\alpha = 77.09 - 0.1788\, t^0,$$

δ bedeutet die Differenz der beiden Werthe α und α_0, die, mit zwei Ausnahmen beim kleinsten untersuchten Salzgehalt, durchweg positiv ausfällt, nur sind die Differenzen jetzt viel kleiner, als bei den zuerst angewandten Tropfenwägungen. Berechnet man nach der Methode der kleinsten Quadrate den Koeffizienten, mit welchem der Salzgehalt in Promille (p) multiplizirt werden muss, um δ zu ergeben, so wird dieser aus den fünf Mittelwerthen der Tabelle: $\varepsilon = 0.0198$; und es werden alsdann die δ:

beobachtet:	0.06	0.26	0.39	0.49	0.71	wahrsch. Fehler $= \pm$ 0.04.
berechnet:	0.15	0.26	0.31	0.49	0.69	

Es wäre nunmehr mögiich, an die oben gegebene Formel Jägers einfach ein neues Glied anzuschliessen in der Form $+ \varepsilon p$, sodass diese für Seewasser sich so vervollständigen liesse:

$$\alpha = 77.09 - 0.1788\, t^0 + 0.0198\, p \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1.$$

wobei p die Promille Salzgehalt bedeutet, was auch im Folgenden in allen Formeln der Fall ist. Doch wurde dieser Werth für die Konstante ε schliesslich nicht angenommen, da die geringen Unterschiede im Salzgehalt (der höchste in Tabelle I ist doch nur $=$ 3.49 Prozent) eine hinreichend zuverlässige Bestimmung des Koeffizienten ε nicht erwarten lassen, wie besonders aus der grossen Divergenz der Einzelwerthe in Tab. I erkennbar wird. Nun hat G. Jäger für Kochsalzlösungen folgende Werthepaare erhalten, aus denen, zum Vergleich, für Chlornatrium der analoge Koeffizient ε berechnet werden kann.

Salzgehalt Prozent	Temperatur °C	α	δ	ε
10.4	13.1°	75.251	+ 2.144	0.0218
19.9	13.5°	77.479	4.444	

Dieser Werth für ε ist nur unbedeutend verschieden von dem für Seewasser erhaltenen. Es wurde nunmehr noch eine zweite Reihe von Beobachtungen unternommen an sechs Kochsalzlösungen bis zu einer Konzentration von 10 Prozent hinauf; das Ergebniss ist in Tabelle II zusammengestellt.

Berechnet man aus dieser Reihe von sechs Werthen für δ den Koeffizienten ε, so wird dieser $=$ 0.0227, also nur wenig grösser, als aus den zwei Beobachtungen Jägers; wir erhalten so für Kochsalzlösungen die zweite Formel:

$$\alpha = 77.09 - 0.1788\, t^0 + 0.0227\, p \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2,$$

und es ergeben sich die δ:

beobachtet:	0.11	0.90	1.11	1.61	2.01	2.29	wahrsch. Fehler $= \pm$ 0.02.
berechnet:	0.12	0.86	1.14	1.59	2.04	2.27	

Tabelle II.
Chlornatriumlösung.

Salzgehalt Prozent	Temperatur ^{0}C	α	α_0	δ	Mittel der δ
10.00	11.40	77.45	75.05	+ 2.40	2.29
„	11.50	77.45	75.03	2.42	
„	12.40	77.07	74.87	2.20	
„	12.95	76.94	74.77	2.17	
9.00	11.30	77.08	75.07	+ 2.01	2.01
7.00	11.25	76.69	75.08	+ 1.61	1.61
5.00	11.10	76.45	75.10	+ 1.35	1.11
„	11.20	76.17	75.09	1.08	
„	11.65	75.91	75.00	0.91	
„	12.70	75.94	74.83	1.11	
3.80	13.40	75.66	74.69	+ 0.97	0.90
„	13.50	75.54	74.67	0.87	
„	13.75	75.48	74.63	0.85	
0.52	13.10	74.98	74.74	+ 0.24	0.11
„	12.70	74.79	74.81	— 0.02	

Führt man die Rechnung mit diesem Werthe von ε auch für die fünf in Tab. I aufgeführten Seewasserproben durch, so erhält man die δ:

beobachtet:	0.06	0.26	0.39	0.49	0.71	wahrsch. Fehler $= \pm 0.06$.
berechnet:	0.18	0.30	0.36	0.57	0.79	

Die Uebereinstimmung ist noch so gut, dass man thatsächlich keinen grossen Fehler macht, wenn man die in Tabelle I und II enthaltenen Beobachtungen zusammenwirft und aus der so verlängerten Reihe von Werthepaaren ein neues ε berechnet. Daraus ergiebt sich die Formel:

$$\alpha = 77.09 - 0.1788\, t^0 + 0.0221\, p \quad \ldots\ldots\ldots\ 3,$$

und die einzelnen δ werden:

	Seewasser					Kochsalzlösung						
beobachtet:	0.06	0.26	0.39	0.49	0.71	0.13	0.90	1.11	1.61	2.01	2.29	w. Fehler $= \pm 0.04$.
berechnet:	0.17	0.29	0.35	0.55	0.77	0.11	0.84	1.11	1.55	1.99	2.21	

Unter den Salzen, die dem Seewasser beigemischt sind, nimmt in der That das Chlornatrium einen stark überwiegenden Antheil ein, mehr als $^3/_4$, genauer 0.783, aller Salze entfällt

auf dasselbe. Von den übrigen Salzen sind noch das Chlormagnesium und Chlorkalium von G. Jäger in je zwei verschiedenen Konzentrationen untersucht, und zwar ergiebt sich

für Lösungen von $MgCl_2$: $\varepsilon = 0.02375$,
„ „ „ KCl : $\varepsilon = 0.01244$.

Das Chlormagnesium ist unter den Salzen des Meerwassers in der Gewichtseinheit mit 0.094 vertreten und nimmt damit die zweite Stelle nächst dem Kochsalz ein: wie man sieht, ist sein Werth für ε nur sehr wenig von dem für Chlornatrium verschieden. Von den weiter wichtigen Komponenten sind Bittersalz mit 0.064, und Gips mit 0.039 betheiligt; für beide hat Jäger keine Untersuchungen[1]). Das Chlorkalium giebt nur einen unbedeutenden Bruchtheil zu den Salzen des Seewassers, nämlich nur 0.0169: wie Jägers obige Bestimmung zeigt, hat es ein merklich kleineres ε als Chlornatrium und Chlormagnesium. Die vorliegenden Daten gestatten noch nicht, mit einiger Zuverlässigkeit sich darüber zu äussern, in welcher Weise bei einer solchen stark gemischten Lösung, wie Seewasser, der resultirende Werth aus den verschiedenen ε der einzelnen Komponenten herauswächst; es scheint aber, als wenn ein Durchschnittswerth vorläge, also das Chlornatrium, als Vormacht in diesem Bunde, für das Ganze wesentlich maassgebend aufträte; oder anders ausgedrückt: als wenn jede der komponirenden Lösungen die ihr allein zukommende Oberflächenspannung so zeigte, wie wenn die übrigen Lösungen nicht vorhanden wären, wobei dann wieder dem Chlornatrium unter allen andern die vorwiegende Wirkung nach aussen hin zukommen dürfte.

Nachdem wir so eine für unsre praktischen Zwecke genügende Bestimmung der Kapillarkonstante des Seewassers erlangt haben, können wir nunmehr auch die Unzulänglichkeit unsrer Tropfenwägungen an Nordsee- und Ostseewasser näher nachweisen. Indem wir nach der letzten Formel (mit $\varepsilon = 0.0221$) rechnen erhalten wir nämlich, wobei die Tropfengewichte für destillirtes Wasser als richtig angenommen wurden:

Nordseewasser:	Ostseewasser:
$p = 34.90$	$p = 12.97$
$t = 17.3^0$	$t = 15.5^0$
$\alpha = 74.77$	$\alpha = 74.61$
$\alpha_0 = 74.00$	$\alpha_0 = 74.32$
beobachtet $g = 30.70$ mg	beobachtet $g = 31.10$ mg
berechnet $g = 30.42$ „	berechnet $g = 30.62$ „
Korrektion $= -28$ mg	Korrektion $= -48$ mg.

Es scheint also, als wenn durchweg das Tropfengewicht beträchtlich zu hoch ausgefallen wäre, was wohl einer merklichen Konzentration des Seewassers durch Verdunstung zuzuschreiben ist.

Zur bequemeren Verwendung der Kapillarkonstanten für eine Berechnung des Sondergewichts der Kapillarwelle möge folgende Tabelle III dienen, die auf unsrer Formel 3 beruht;

[1]) Nach den Bestimmungen Volkmanns (Wiedem. Ann. 17, 1882, S. 376) würde sich ergeben für:
NaCl $\varepsilon = 0.0291$ und 0.0285,
$MgCl_2$: $= 0.0359$,
$MgSO_4$ $= 0.0202$,
KCl $= 0.0204$.
Doch ist die Beobachtungstemperatur nur unbestimmt angegeben (einmal 20^0, sonst $15-16^0$), sodass die Werthe für α_0, und damit die einzelnen δ, nicht genügend scharf erhalten werden konnten. Im Allgemeinen werden die δ mit den Volkmannschen Konstanten etwa um 1/8 grösser als mit den Jägerschen, wie oben bereits bemerkt wurde.

Tabelle III.

Zur Berechnung der Kapillarkonstanten des Seewassers

nach der Formel $\alpha = 77.09 - 0.1788\ t^0 + 0.0221\ p$.

$\alpha_0 = 77.09 - 0.1788\ t^0$

$t^0 =$	$\alpha_0 =$
0°	77.09
5	76.19
6	76.02
7	75.84
8	75.66
9	75.48
10°	75.30
11	75.12
12	74.94
13	74.76
14	74.58
15°	74.41
16	74.23
17	74.05
18	73.87
19	73.69
20°	73.51
21	73.33
22	73.16
23	72.97
24	72.70
25°	72.62
30°	71.72

P. P. negativ:

0.1	.02
.2	.04
.3	.05
.4	.07
.5	.09
.6	.11
.7	.13
.8	.14
.9	.16

$\delta = 0.0221\ p$

$p =$	$\delta =$	$p =$	$\delta =$
0	+ 0.00	20	+ 0.44
1	.02	21	.46
2	.04	22	.48
3	.07	23	.51
4	.09	24	.53
5	+ 0.11	25	+ 0.55
6	.13	26	.57
7	.16	27	.60
8	.18	28	.62
9	.20	29	.64
10	+ 0.22	30	+ 0.66
11	.25	31	.68
12	.27	32	.71
13	.29	33	.73
14	.31	34	.75
15	+ 0.33	35	+ 0.77
16	.35	36	.80
17	.37	37	.82
18	.40	38	.84
19	.42	39	.86
20	+ 0.44	40	+ 0.88

man wird für α_0 ohne praktisch erheblichen Fehler auch die oben angeführten Formeln nach Volkmann oder Eötvös zu Grunde legen können. Es ist hierbei vollständig davon abgesehen, einen Einfluss der wechselnden Temperatur auf die Grösse von δ aufzusuchen, da dieser nur verschwindend klein ausfallen kann.

Die gebräuchlichen Aräometer haben Stengelröhren, deren Durchmesser zwischen 3 und 4,5 mm liegt. Das Gewicht der Kapillarwelle ist nun, wenn ϱ den Radius des Skalenstengels in Millimetern bedeutet, wie oben bemerkt:

$$\gamma = 2\,\varrho\,\pi\,\alpha'$$ Milligramm,

wobei α' in dem alten Maasse ausgedrückt ist, also $\alpha' = \alpha/9.81$.

Ich gebe in der folgenden Tabelle IV noch eine Uebersicht dieser Wellengewichte bei verschiedenen Werthen von ϱ: für destillirtes Wasser; Ostseewasser von 10 Promille; ozeanisches

Seewasser von 35 Promille; Mittelmeerwasser von 40 Promille; alles für eine Temperatur von 17.5°.

Tabelle IV.

Gewicht der Kapillarwelle in Milligramm bei 17.5°.

	Radius ϱ des Skalenstengels in mm:														P. P.	
	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	4.8	4.7
Destillirtes Wasser	66.3	71.0	75.8	80.5	85.2	90.0	94.7	99.4	104.2	108.9	113.6	118.4	123.1	127.8	.01 .02 .03 .04 .05 .06 .07 .08 .09	0.5 1.0 1.4 1.9 2.4 2.9 3.4 3.8 4.3	0.5 0.9 1.4 1.9 2.4 2.8 3.3 3.8 4.2
Ostseewasser	66.6	71.3	76.0	80.8	85.8	90.3	95.0	99.8	104.5	109.3	114.0	118.8	123.6	128.3			
Ozeanwasser	67.0	71.8	76.6	81.3	86.1	90.9	95.7	100.5	105.3	110.0	114.8	119.6	124.4	129.2			
Mittelmeerwasser	67.1	71.9	76.7	81.5	86.3	91.1	95.8	100.6	105.4	110.2	115.0	119.8	124.6	129.4			

Um beurtheilen zu können, welche Unterschiede einerseits sich ergeben, wenn wir statt der Jägerschen Konstanten diejenigen von Volkmann und Eötvös einführen, anderseits, wenn die Temperatur merklich von 17.5° verschieden ist, gebe ich in Tabelle V noch eine Uebersicht der Kapillarwellengewichte in destillirtem Wasser für je drei Werthe von t und ϱ. Die Rechnung ergiebt, dass für Mittelmeerwasser die Temperaturwirkungen von derselben Grössenordnung bleiben.

Tabelle V.

Gewichte der Kapillarwelle in destillirtem Wasser.

Konstanten nach:	$\varrho =$	$t = 10°$			$t = 17.5°$			$t = 25°$		
Jäger	1.5	72.3	....	....	71.0	....	....	69.8	....	....
	2.0	....	96.4	....	....	94.7	....	....	93.0	....
	2.5	....	....	120.5	....	....	118.4	....	....	116.2
Eötvös	1.5	70.5	....	....	71.1	....	....	68.4	....	....
	2.0	....	94.0	....	....	92.6	....	....	91.1	....
	2.5	....	....	117.5	....	....	115.7	....	....	113.9
Volkmann	1.5	71.2	....	....	70.1	....	....	69.0	....	....
	2.0	....	94.9	....	....	93.5	....	....	92.0	....
	2.5	....	....	118.6	....	....	116.9	....	....	115.0

Stellen wir die Ergebnisse aus den Tabellen IV und V fest, so ergiebt sich zunächst:

1. Die absoluten Gewichte γ der Kapillarwelle lassen sich nach dem gegenwärtigen Stande unsrer Kenntniss von den in Betracht kommenden Konstanten (α und α_0) noch nicht genauer angeben, als bis auf 1 bis 2 Milligramm.

2. Beträchtliche Aenderungen der Temperatur bewirken leicht eine Veränderung des Kapillarwellengewichts γ um $\pm$ 1 mg.

3. Die im Ozean vorhandene örtliche Steigerung des Salzgehalts bewirkt ebenfalls ein Anwachsen des Kapillarwellengewichts auch bei feineren Aräometern bis zu 1 mg gegen reines Wasser.

Jedenfalls ist das Gewicht einer Kapillarwelle so beträchtlich, dass es bei den meisten Aräometern bis zu $^1/_{1000}$ des Gesammtgewichts anwachsen kann. Welche Wirkung auf das abgelesene spezifische Gewicht erzielt würde, wenn man sich einmal die Kapillarwelle ganz beseitigt denken wollte, ergiebt folgende Berechnung für ein Stationsaräometer der Ministerialkommission mit allerdings besonders dickem Stengel.

$S = 1.012$ und $S_1 = 1.019$ sind die spezifischen Gewichte am oberen und unteren Ende der Skala; G das Vakuumgewicht des Aräometers (= 140.0010 g) und D das Volum der Gewichtseinheit des reinen Wassers bei 17.5° (= 1,00129). Hiernach ist das Volum V des Aräometers sammt Skalenstengel bis zum oberen Ende der Theilung: $V = \frac{G}{S} D$; und entsprechend bis zum unteren Ende der Theilung: $V_1 = \frac{G}{S_1} D$. Somit wird das Volum der Skala:

$$V - V_1 = GD. \frac{S - S_1}{S S_1} = 0.9554 \text{ cc.}$$

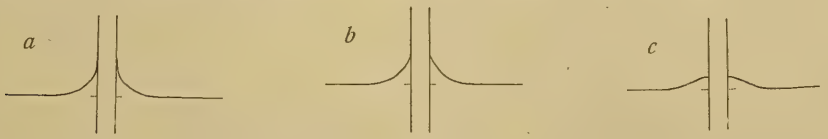
Die Länge der Skala war = 49.0 mm; also der Radius ϱ des Stengels = 2.87, und somit die Kapillarwelle für $p = 20$ Promille Salzgehalt: $\gamma = 0.1368$ g. Selbstverständlich wird nun bei einem Verschwinden der Kapillarwelle das abgelesene spezifische Gewicht um einen gewissen Betrag erhöht befunden, da das, nunmehr um γ entlastete, Instrument sich mehr aus dem Wasser heraushebt. Damit die Gleichung $S = \frac{G}{V} D$ bestehen bleibe, muss bei einer Aenderung von G um γ auch V entsprechend, und zwar im gleichen Sinne, um v geändert werden. Wir erhalten also

$$S = \frac{G - \gamma}{V - v} D \text{ und } v = V - \frac{G - \gamma}{S} . D = \frac{\gamma}{S} D.$$

Aus den obigen Daten wird $v = 0.1353$ cc, d. h. fast einer Einheit der dritten Dezimale (die hier $\frac{1}{7} . 0.9554 = 0.1365$ cc ist), sodass das Aräometer statt 1.012 jetzt 1.013 zeigen würde.

Aber es ist nun endlich noch eine andere Bemerkung zu machen. Alle die Konstanten für die Oberflächenspannung, die in unsere Rechnungen eingeführt sind, können nur als maximale Grenzwerthe anerkannt werden, wenn wir die natürlichen, in der praktischen Aräometrie wirksamen Verhältnisse beachten. Die Formel $= 2 \varrho \pi \alpha'$ setzt eine vollkommene Benetzung des Glases durch das Wasser voraus, denn nur unter dieser Bedingung, dass die Randwinkel rings um den Skalenstengel = 180° werden, hat die Formel diese einfache Gestalt. Nun lässt sich die Benetzbarkeit des Skalenstengels selten, und auch nur nach den umständlichsten Manipulationen auf das vorausgesetzte Maximum bringen; in weitaus den meisten Fällen wird eine volle Ausbildung der Kapillarwelle schon durch die unreine Oberfläche des Wassers verhindert. Somit sind auch die in Tabelle IV und V verzeichneten Gewichte für γ nur als Maximalwerthe anzuerkennen. Das in jedem praktischen Falle wirklich vorhandene Gewicht der Kapillarwelle wird durchweg kleiner sein, als das berechnete. Am nächsten kommt man diesen normalen Werthen, wenn man das Aräometer besonders sorgfältig erst mit Schwefelsäure, nachher mit Alkohol reinigt, und schliesslich mit destillirtem Wasser und zwar reichlich abbraust, sodann, wenn es sich um die Untersuchung von destillirtem Wasser handelt, nicht abtrocknet, sondern mit nasser Oberfläche in das Cylinderglas einsetzt. Ist Seewasser zu untersuchen, so wird man

das Abtrocknen nicht unterlassen können; man erzielt aber auch dann noch eine gute Benetzung, wenn man das Aräometer über Nacht unter Alkohol aufbewahrt hat, was ich sehr zweckmässig befunden habe. Setzt man ein so vorsichtig wie möglich behandeltes Aräometer in das Wasser ein, so wird beim vertikalen Auf- und Abpendeln dann das Bild der Kapillarwelle dem nach der Theorie zu erwartenden fast gleich (Figur *a*). Das ist aber meist nur im Anfang der Fall. Nach einiger Zeit ist ein deutlicher Randwinkel $< 180^0$ erkennbar; der oberste, dünne, sich eng an die Glasoberfläche anschmiegende Gürtel fehlt (Fig. *b*). Wartet man 15 bis 20 Minuten, so trocknet die Glasoberfläche ganz ab, der Randwinkel wird noch kleiner, und die Kapillarwelle kann, namentlich beim Abwärtspendeln des Aräometers, die ganz unbrauchbare Form *c*, meist mit stark ausgefranstem Rande an der Stengeloberfläche, annehmen. Man muss durchaus zufrieden sein, wenn man einige Zeit hindurch die Kegelwelle von der Form *b* erhalten kann. Dies ist erfahrungsgemäss aber nur nach der oben angegebenen Behandlung möglich. Lässt man älteren Vorschriften gemäss, ohne Behandlung mit Alkohol das Aräometer auch stundenlang im destillirten Wasser bis zur Spitze versenkt stehen, so wird man keineswegs günstige Kapillarformen sehen: schon die Thatsache, dass sich an dem in die Luft ragenden Theil des



Stengels kleinere und grössere Wassertröpfchen ausbilden, beweist die ungenügend gewordene Benetzbarkeit des Glases. In solchen Fällen, wo dann die dritte Form *c* auftritt, kann man natürlich eine für feinere Bestimmungen des spezifischen Gewichts brauchbare Ablesung nicht erhalten. Die zweite Form *b* ist ungleich günstiger: denn es wird dabei nur eine sehr dünne Schicht am obersten Theil der Kegelwelle weggefallen sein und am theoretisch zu berechnenden Gewicht fehlen. Die Höhe und das Gewicht dieses kleinen, weggefallenen Hohlcylinders lässt sich angenähert auf folgende Weise bestimmen.

Wie Grösse und Gewicht der Kapillarwelle im Allgemeinen von der Oberflächenspannung abhängig sind, so insbesondere auch die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit an der benetzten Wand hinaufreicht. Diese maximale Höhe H spielt in der älteren Litteratur eine gewisse Rolle und man[1]) hat mehrfach folgende Formel benutzt, aus der sie sich berechnen lässt:

$$H = m\left(\frac{2}{H} - \frac{1}{\varrho}\right)$$

Hierin ist m in unsern Werthen ausgedrückt $= \frac{\alpha'}{s}$ (α' in mg/mm, s das spezifische Gewicht, $S\frac{t^0}{4^0}$ für Wasser) während ϱ den Radius des Skalenstengels bedeutet. Hieraus wird

$$H = \sqrt{2m + \left(\frac{m}{2\varrho}\right)^2} - \frac{m}{2\varrho}.$$

Benutzt man ein bestimmtes Aräometer, dessen ϱ am Stengel also konstant bleibt, so erweist es sich für alle praktischen Versuche als ausreichend, für eine gewisse mittlere Temperatur

[1]) Hagen in Poggendorffs Annalen 67, 1846, S. 1 ff. Ebenso Langberg, Pogg. Ann. 106, 1859, S. 299 ff.

einen Werth für H bis auf 0.05 mm zu berechnen; eine grössere Schärfe ist zwecklos, da man bei dem unruhigen Aräometer in Wasser auch mit Lupen keine genaueren Ablesungen machen kann als auf 0.1 mm, und starke Aenderungen der Temperatur erst die dritte Dezimale stark beeinflussen[1]). Aus zahlreichen Versuchsreihen theile ich eine ausführlich mit; bei der ersten Reihe wurde das bis nahe an das obere Ende der Skala eingetauchte Aräometer schrittweise durch Verkleinerung der Aufsatzgewichte um je 0.1 g entlastet (der Betrag ist jedesmal in Klammern beigefügt), bei der zweiten Reihe umgekehrt durch Hinzufügung von je 0.1 g wieder in das Wasser hineingedrückt, wobei also der Skalenstengel durch längeres Verweilen in der trockenen Zimmerluft nur noch mangelhaft und unzuverlässig benetzbar geworden war.

I. Reihe $t = 14.70^0$								
		(+ 0.5)	(+ 0.4)	(+ 0.3)	(+ 0.2)	(+ 0.1)	(+ 0.0)	
		17.3	32.1	47.0	61.6	76.0	90.8	Mittel
		15.5	30.4	45.2	59.9	74.4	89.0	
	$H =$	1.8	1.7	1.8	1.7	1.6	1.8	$H = 1.73$

II. Reihe $t = 14.75^0$							
		(+ 0.1)	(+ 0.2)	(+ 0.3)	(+ 0.4)	(+ 0.5)	
		77.9	62.8	47.6	34.8	18.6	Mittel
		77.0	61.8	46.3	33.9	17.6	
	$H =$	0.9	1.0	1.3	0.9	1.0	$H = 0.96$

In der ersten Reihe herrschte die Form *b*, in der zweiten durchaus eine ungünstigere nach *c* hin entwickelte Form der Kapillarwelle. Zum Vergleich folge eine Reihe in Alkohol, wie er im Handel zu haben ist (96prozentig); α' bei 12.7^0 wurde nach Sondhauss = 2.473 gesetzt, $s = 0.8063$, sonach $H = 1.2$ mm:

99.6	90.6	84.7	82.7	76.4	71.3	61.2
98,3	89.2	83.4	81.5	75.1	69.9	59.9
1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3

Bedenkt man, dass die Fehlergrenze bei der Abschätzung der Bruchtheile der Millimeter auf $\pm$ 0.1 mm anzusetzen ist, so ergiebt sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung; Alkohol ist eben eine das Glas nahezu vollkommen benetzende Flüssigkeit. — Eine sehr gute Reihe von Kapillarwellen ergab sich einmal, als das Aräometer durch Zufall 48 Stunden in Alkohol gestanden hatte, bei der Beobachtung in Mittelmeerwasser (wo H noch = 2.1 mm), indem die Höhe der Kegelwelle meist 1.8, zweimal 2.0, niemals weniger als 1.6 wurde, und die Form deutlich zwischen den Typen *a* und *b* lag, gleichviel ob eine Entlastung oder Mehrbelastung des Aräometers erfolgte.

Um so lehrreicher sind die oben dargestellten Beobachtungen in destillirtem Wasser. In der ersten Reihe fehlte der Kapillarwelle der oberste Ring von 0.3 bis 0.5 mm Höhe; das Gewicht

[1]) Bei meinem Aräometer Nr. 66 ist $\varrho = 0.1462$ und ergiebt sich genau gerechnet H: für $t = 10^0$ zu 2.0911, für 15^0 zu 2.0859, für 20^0 zu 2,0807; also abgerundet zu 2.1 mm.

des somit ausfallenden Hohlcylinders erreicht, wenn dessen Manteldicke auf 0.1 mm geschätzt wird, noch nicht ganz 0.06 mg; wäre die Manteldicke 0.2 mm, so kämen wir auch nur auf höchstens 0.15 mg, was also durchaus zu vernachlässigen ist. Dagegen fehlte den Kapillarwellen in der zweiten Reihe ein unregelmässig schwankendes Volum, dessen Gewicht sich jedoch angenähert berechnen lässt, wenn wir die korrespondirenden Aräometerstände bei gleicher Belastung mit Aufsatzgewichten mit einander vergleichen, was geschehen darf, da die Temperatur in der ganzen Serie sich nur um 0.05° erhöht hat. Wir erhalten dann:

Belastung . . .	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1
erste Reihe. . .	17.3	32.1	47.0	61.6	76.0
zweite Reihe. .	18.6	34.8	47.6	62.8	77.9
Differenz	+ 1.3	+ 2.7	+ 0.6	+ 1.2	+ 1.9

Aus der ersten Beobachtungsreihe ergiebt sich, dass dem Anwachsen der Belastung von 0.0 auf 0.5 g eine Eintauchung von 73.5 mm entspricht; folglich für je 1 mm Standdifferenz je 6.8 mg Gewichtsänderung. In der zweiten Reihe hatte demnach die Kapillarwelle ein Mindergewicht in folgenden Beträgen (in Milligramm):

Belastung	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1
Mindergewicht	= 8.8	**18.4**	4.1	8.2	**12.9**

Hier liegt also der eklatanteste Beweis für die Wirkung der Kapillarwellen vor; solche Störungen, wie sie in der zweiten Reihe bei 0.4 g und 0.1 g Belastung aufgezeichnet wurden, sind allerdings nur bei grosser Unaufmerksamkeit zu übersehen; sie erhöhen, also fälschen die spezifischen Gewichte an Aräometer 66 um + 0.0001! Anderseits aber hat man in der aufmerksamen Beobachtung der Kapillarwellenform eine Handhabe, die gröbsten Fehler auszuschliessen. Man sieht, dass im Allgemeinen schlechte Benetzung des Glases die spezifischen Gewichte zu hoch macht; in längeren Beobachtungsreihen spricht also die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die niedrigeren Ablesungen die besseren sind, vorausgesetzt, dass die Temperatur als konstant gelten darf. —

Unter den schon in der Einleitung erwähnten störenden Einflüssen, die eine Verunreinigung der Oberfläche und damit eine Erniedrigung der Oberflächenspannung herbeiführen, habe ich die von Oel und ähnlichen Substanzen ausgehenden gelegentlich näher untersucht.

In Seewasser finden sich immer Spuren von Fett, da die Planktonorganismen solches in ihrem Zellinhalt absondern und bei Zerstörung der Zellen diese Fette ins Wasser gelangen. Wasser aus Wasserleitungen ist noch stärker fetthaltig, da es mit geölten Maschinentheilen in Berührung zu kommen pflegt; auch destillirtes Wasser ist nicht immer ganz frei davon. Fette pflegt die menschliche Epidermis auch an den Fingern abzuscheiden; und werden die Hände mit Seife „gereinigt“, so kann die Sache bisweilen dadurch nur schlimmer werden, denn Seifenlösungen haben eine noch kleinere Oberflächenspannung als Oele. Wo man, wie beim Aräometer, mit den Fingern das zu untersuchende Wasser direkt oder indirekt berührt, giebt es also immer

Störungen der Oberflächenspannung, und zwar ausnahmslos in der Richtung, dass die Kapillarwelle zu klein, das am Aräometer abgelesene spezifische Gewicht zu gross wird. Nach den vorhandenen, wiederum ziemlich auseinandergehenden Bestimmungen ist die Konstante α' für Petroleum rund 2.5, Seifenlösungen 2.6, Spermöl 3.3, Olivenöl 3.5, immer gegen Luft genommen. Kommen diese Substanzen auf das Wasser, so breiten sie sich rasch aus. Ein Tröpfchen Spermöl, von der Grösse kaum eines Kubikmillimeters an einer Nadelspitze hängend auf die Wasseroberfläche des Standcylinders von 80 mm Durchmesser gebracht, breitet sich im Augenblick auf der ganzen Oberfläche aus, wo sie ihre Anwesenheit durch die schönen Interferenzfarben leicht erkennbar macht: aus dem Tropfen ist ein Häutchen von noch nicht 0.0002 mm Dicke geworden. Ist ein Aräometer im Wasser, so wird es durch das Auftreten des Oels plötzlich aus der Ruhe in vertikale Schwingungen versetzt und zeigt alsdann am Ende einen um 2 bis 2.5 mm höheren Stand. Wie schon hieraus hervorgeht, muss dabei die Kapillarwelle merklich kleiner geworden sein, und das bestätigt auch der Augenschein: hatte sie im reinen Wasser eine Höhe von 1.6 mm, so jetzt unter der Einwirkung der Oelschicht nur von 1.3 mm; auch die Basis der Kegelwelle ist deutlich verkleinert an Areal.

Der Vorgang hierbei ist dieser. In unsern früheren Betrachtungen hatten wir die Oberflächenspannung nur an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft genommen; jetzt ist an der eigentlichen Oberfläche das Oelhäutchen mit seiner Spannung $\alpha' = 3.3$ nach oben gegen Luft; die Unterfläche des Häutchens hat aber noch eine davon verschiedene Spannung α an der Grenze gegen Wasser. Diese Konstante α hat G. Quincke[1]) an einigen Fetten bestimmt; sie ist am Kleinsten beim Leberthran mit 0.878, ist bei Olivenöl = 2.296 und Petroleum = 3.834 mg/mm. Will man die durch das Oelhäutchen verkleinerte Kapillarwelle nach ihrem Gewicht berechnen, so wird dieses jetzt

$$\gamma' = 2\,\varrho\,\pi\,(\alpha' + \alpha).$$

Setzen wir für Spermöl $\alpha' = 3.3$ und α etwa = 2 (nur geschätzt), so wird für unser Aräometer Nr. 66 ($\varrho = 1.46$ mm) nunmehr $\gamma' = 49$ Milligramm, also gegen das Gewicht in reinem Wasser etwa 20 Milligramm weniger; die in einem Falle beobachtete Standänderung des Aräometers um 2.6 mm würde einem Gewichtsdefizit von 18 Milligramm entsprechen. Diese Versuche waren ursprünglich in der Absicht unternommen, durch Verwendung solcher Häutchen von recht geringer Oberflächenspannung die Aräometerablesungen immer unter genau gleiche Bedingungen zu bringen; namentlich durch Verwendung von Amylalkohol ($\alpha' = 2.45$ bei 15° nach Mendelejef) hoffte ich auf gute Ergebnisse rechnen zu dürfen. Ich kann aber nach meinen Erfahrungen ein solches Verfahren nicht empfehlen. Die nach rascher Ausbreitung entstandenen Oelhäutchen lösen sich in kurzer Zeit maschenförmig auf und in den Lücken tritt das Wasser hervor; so kommt das Aräometer nicht recht zu konstanter Einstellung und die Standänderung erreicht auch nicht angenähert den zu erwartenden Betrag: sie bleibt meist bei 2 mm, was also einem Gewichtsdefizit von nur 13 bis 14 mg entspricht. Das Glas ist fast unbenetzbar geworden, die ganze zu untersuchende Wasserprobe verdorben, Aräometer und Messcylinder müssen aufs Gründlichste gereinigt werden; mir scheinen nur Nachtheile damit verbunden.

[1]) Wiedemanns Annalen Bd. 35, 1888, S. 582. Bei Landolt und Börnstein fehlt eine solche Zusammenstellung leider ganz.

Eine zweite Gruppe von Störungen der normalen Oberflächenspannung geben kleine Fremdkörper, die im Wasser schweben oder schwimmen, oder aus der Luft auf die Wasseroberfläche herabfallen und diese verunreinigen. Es sind hauptsächlich Fasern, die beim Abtrocknen des Aräometers am Glase haften bleiben, sodann Staubtheilchen und dergl. Auch sie bewirken ersichtlich eine Verkleinerung der Kapillarwelle, erhöhen also scheinbar das abgelesene spezifische Gewicht. Es kann aber auch das Gegentheil eintreten, nämlich, wenn die an der Oberfläche schwimmenden Fasern sehr lang sind und sich beim Auf- und Abpendeln des Aräometers um den Stengel wickeln: dann saugen sie das Wasser in die Höhe und vermehren dadurch das Gewicht des frei herausragenden Stengels. Ich habe in einzelnen Fällen Standänderungen bis zu 1.5 mm beobachtet, was einer Anhäufung von Wasser im Gewichte von 10 mg entsprach. Freilich können solche langen Fasern nur bei grosser Unachtsamkeit übersehen werden. Dagegen entziehen sich die winzigen Staub-, Russ- und Fasertheilchen, die eine Kapillarwelle in ihrer normalen Ausbildung (anscheinend durch seitliche Anziehung) stören, sehr leicht der Beobachtung.

II.

Ueber ein englisches Original-Aräometer vom Challengertyp

„Nr. 18 J. Y. B. 1893“

und die Grenzen seiner Genauigkeit.

Bei Gelegenheit des internationalen Geographen-Kongresses zu Berlin überlieferte am 3. Oktober 1899 Herr J. Y. Buchanan ein unter seiner persönlichen Aufsicht hergestelltes Aräometer mit Aufsatzgewichten und zugehörigen Tabellen der Ministerial-Kommission zu Händen des Verfassers. Es geschah das auf Anregung auswärtiger Fachgenossen, da sich herausgestellt hatte, dass Aräometer desselben sogenannten Challengertyps merklich verschiedene spezifische Gewichte ergaben, je nachdem sie in England oder in Kiel von mir bearbeitet worden waren. Die Ministerial-Kommission konnte es daher nur mit Dank begrüssen, dass sich hier eine Gelegenheit bot, diesen Abweichungen zwischen den englischen und Kieler Normalaräometern auf den Grund zu kommen; das Ergebniss meiner Vergleiche ist im Folgenden niedergelegt und, wie ich glaube, auch von allgemeinerem Interesse für die aräometrischen Methoden überhaupt.

Das Aräometer, im Folgenden kurzweg B 18 bezeichnet, ist seinen Dimensionen nach für feinere Beobachtungen bestimmt. Der Körper ist aus einer Glasröhre von 36 mm Durchmesser und 167 mm Länge hergestellt, der ganz kugelförmig gestaltete Ballastraum am unteren Ende hat 27 mm Durchmesser, ist fast vollständig mit Quecksilber gefüllt und durch einen Lacktropfen gegen den Hohlraum des Körpers abgeschlossen. Der Stengel hat eine Länge von 140 mm und ist mit 3.4 mm Durchmesser etwas dicker, als bei den feineren deutschen Aräometern. Die im Stengel eingeschlossene Papierskala trägt eine nur einseitig ablesbare Millimeterabtheilung, und zwar läuft die Bezifferung von unten (0) nach oben (100), also umgekehrt wie ursprünglich bei den ersten Instrumenten dieses Typs. Die Skala führt am oberen Ende die Bezeichnung: J. Y. B. 18, am unteren Ende bei 0 mm den Vermerk $t = 30^0$ C. Die gesammte Länge des

Instruments ist = 335 mm; es ist sehr sauber gearbeitet. Ein eingeschlossenes Thermometer, wie die deutschen Instrumente gleichen Typs es haben, fehlt; vielmehr ist zur Bestimmung der Wassertemperatur ein besonderes Thermometer erforderlich. Dem Instrument war ein Satz von spiraligen Aufsatzgewichten beigegeben, in der Folge: 7, 5, 3, 1, 0.5 Gramm von Messingdraht, 1.0, 0.5, 0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05 aus Aluminiumdraht. Ein Heft enthielt handschriftliche Angaben über die Ergebnisse der Wägungen, der Volumbestimmungen an Körper und Skalenstengel, Beobachtungen über die thermische Ausdehnung des Glases, und einige durchgerechnete Beispiele von Beobachtungen.

Als Konstanten des Aräometers B 18 ergaben sich darnach folgende:

1. Vakuumgewicht = 175. 2799 g aus drei bis auf 0.1 mg unter einander übereinstimmenden Wägungen. Die Reduktion erfolgte nach der vollständigen Formel für die Dichtigkeit der Luft

$$d = \frac{0.0012931}{1+0.00367\,t^0} \cdot \frac{(b - 0.378\,e)}{760}$$

wo t die Temperatur nach C°, b den auf 0° reduzirten Barometerstand und e den Dampfdruck in mm (erhalten aus der psychrometrischen Differenz) bedeutet.

2. Die Skaleneinheit des Stengels ist für die verschiedenen Stücke desselben verschieden gross angenommen, und zwar sollte ein Skalentheil sein:

bei 0—11 mm	= 0.009201 cc	bei 55— 66 mm	= 0,009181 cc
„ 11—22 „	= 8945 „	„ 66— 77 „	= 9154 „
„ 22—33 „	= 9055 „	„ 77— 88 „	= 9116 „
„ 33—44 „	= 9215 „	„ 88—100 „	= 9089 „
„ 44—55 „	= 9073 „		

Darnach ist eine Tabelle für das Volum des Stengels von 0 mm ab bis zu jedem einzelnen höheren Skalentheil berechnet, auf deren Wiedergabe verzichtet werden kann.

3. Das Volum des Aräometerkörpers unterhalb des Nullstrichs der Skala ist für 17 Temperaturwerthe zwischen 9.45° und 23.3° durch Eintauchen in destillirtem Wasser mit verschiedenen Aufsatzgewichten bestimmt worden. Eine Formel, um das Volum bei 0° C und die Ausdehnung desselben bei höheren Temperaturen zu erhalten, ist nicht berechnet, obwohl die Unterlagen gegeben sind. Freilich sind die Einzelbestimmungen nicht grade genau ausgefallen: so finden sich u. a. folgende Paare:

$t^0 = 11.07^0 : V_t$ = 175.8576 cc	$t^0 = 14.0^0 : V_t$ = 175.8760 cc
t = 11.10 : V_t = .8547 „	t = 14.0 : V_t = 8663 „

Die graphische Darstellung dieser Einzelwerthe durch eine grade Linie ist keine leichte Aufgabe und giebt nur unsichere Werthe. Wenn die Ausrechnung einer Formel für die Glasausdehnung unterblieben ist, so hat das eben einen andern, besonderen und gewichtigen Grund, auf den nunmehr einzugehen ist.

Ursprünglich erfolgte die Beobachtung mit Aräometern des Challengertyps bekanntlich in der Weise, dass man das Volum eines feststehenden Gewichts Seewasser bei der Temperatur = t^0 bestimmte durch Ablesung der Eintauchtiefe an der Skala, sodass man die Gleichung auflösen konnte:

$$S\frac{t^0}{4^0} = \frac{G+g}{V_{t^0}}$$

G bedeutet das auf Luftleere reduzirte Gewicht des Aräometers, und g das des verwendeten Aufsatzgewichtes. Will man zur deutschen Norm $S\frac{t^0}{17.5^0}$ übergehen, so hat man S mit dem Volum der Gewichtseinheit des destillirten Wassers bei 17.5° ($D_{17.5^0} = 1.0012886$ nach Scheel, Thiesen und Diesselhorst[1]) zu multipliziren. Die Voraussetzung für ein gutes Resultat ist, dass man V_{t^0} ein für alle Mal so genau wie möglich bestimmt hat, was aber auf grosse technische Schwierigkeiten stösst, wie schon obige Beispiele genügend erkennen lassen. Rechnungsmässig kann man freilich ganz leicht die spezifischen Gewichte bis auf die fünfte Dezimale hin angeben; aber wie später gezeigt werden wird, ist hierbei oft die vierte, immer die fünfte Dezimale unrichtig, wenn nach der ursprünglichen, im Challengerwerk an bekannter Stelle niedergelegten Anleitung Buchanans verfahren wird.

Neuerdings hat aber Buchanan ein anderes Verfahren eingeschlagen, das auch für die Verwendung an Bord, namentlich aber im Laboratorium, die grössten Vortheile darbietet und nur Eines zur Vorraussetzung hat: dass man volle Gleichheit der Temperatur des Wassers, Aräometers, Maasscylinders und der umgebenden Luft erreichen kann[2]). Man beobachtet den Stand des Aräometers bei der Temperatur t^0 zuerst in Seewasser unter einer bestimmten Belastung $= G_s$; der Stand sei $= h$ mm. Alsdann wird das Aräometer in destillirtes Wasser derselben Temperatur t^0 gebracht und die Aufsatzgewichte so regulirt, dass mit dem Gesammtgewicht $= G_d$ wiederum möglichst genau die Eintauchung $= h$ mm wird. Dann ist in beiden Fällen das verdrängende Volum des Aräometers genau dasselbe, es bedarf überhaupt keiner Volumbestimmung mehr, auch die Glasausdehnung kann unbekannt sein, denn man erhält das spezifische Gewicht aus der Gleichung:

$$S\frac{t^0}{t^0} = \frac{G_s}{G_d}$$

Indem man nun mehrere solcher Messungen, mindestens aber für drei verschiedene h an dem Skalenstengel entlang, ausführt, erhält man aus dem Mittel aller $S\frac{t^0}{t^0}$ einen überaus zuverlässigen Werth. Das Aräometer übernimmt hierbei also die Rolle eines *Verdrängungs-Pyknometers* und zwar ist es entschieden bequemer als das gebräuchliche *Füllungs-Pyknometer*. Eine Fehlerquelle jedoch ergiebt sich bei der Umrechnung der $S\frac{t^0}{t^0}$ in die vorgeschriebene Norm, sei es $S\frac{15^0}{4^0}$ oder $S\frac{17.5^0}{17.5^0}$ oder eine andere, die erfolgen muss, um den Salzgehalt zu finden, oder bei Umrechnung in $S\frac{t'}{4^0}$, um die örtliche Dichtigkeit an der Stelle des Meeres, wo das Seewasser geschöpft worden ist und wo die Temperatur t^0 war, zu erhalten: Schwierigkeiten, die gegenwärtig noch so gross sind, dass sie Fehler von 5 bis 8 Einheiten der fünften Dezimale hervorbringen, die aber bald durch die neuen unter Dr. Martin Knudsens Leitung in Kopenhagen beschafften Reduktionstafeln im Wesentlichen wegfallen dürften.

Buchanan giebt als Beispiel dieser von ihm neuerdings allein angewandten Methode folgende Serie für $t = 11.25^0$, wobei anfänglich $t = 11.2^0$, am Ende $t = 11.3^0$ war.

---

[1]) Zeitschr. für Instrumentenkunde 1897, S. 333, wo man sogar die Logarithmen der Dichtigkeit fertig ausgerechnet findet.

[2]) Soweit ich sehe, hat Buchanan dieses Verfahren zuerst in *Comptes rendus hebd. de l' Académie des Sc. Paris* vom 5. Juni 1893, gelegentlich eines Berichts über seine Fahrt mit dem Fürsten von Monaco im Mittelmeer, erwähnt.

Nr.	Skalentheil $h =$	$G_s =$ (Gramm)	$G_d =$ (Gramm)	$S\frac{11.25^0}{11.25^0} =$
1	0.4	181.0799	175.7893	1.030.097
2	10.6	.1799	.8859	.099
3	21.0	.2799	.9822	.104
4	32.0	.3799	176.0800	.099
5	42.5	.4799	.1768	.091
6	53.1	.5799	.2769	.084
7	63.8	.6799	.3736	.086
8	74.2	.7799	.4696	.093
9	85.0	.8799	.5696	.076
10	95.8	.9799	.6647	.087

Als Mittel[1]) erhält man hieraus 1.030·092 $\pm$ 0,000·002, also einen durchaus sicheren Werth für die fünfte Dezimale. Natürlich ist nicht daran zu denken, etwa die Regulirung der Aufsatzgewichte für die richtige Eintauchung in destillirtem Wasser durch Probiren mit den kleinsten Stücken eines Milligrammsatzes zu erzielen; sondern man verfährt nach bekannten Regeln für exakte Messung, in dem man das Aräometer mit den vorhandenen Gewichtsstücken von 0.1 oder auch 0.05 g angenähert über und unter der verlangten Marke h eintauchen lässt und durch Interpolation das zugehörige Gewicht G_d bestimmt. —

Es war nun meine Aufgabe, nach dem bisher immer von mir eingehaltenen Verfahren meinerseits die Konstanten des Aräometers B 18 zu bestimmen, die Abweichungen gegenüber Buchanan festzustellen und zu diskutiren, sowie im Anschlusse daran die erreichbare Genauigkeit sowohl für die ältere, wie für die neuere Methode ganz allgemein zu erörtern.

1. Das Vakuumgewicht. Es wurden im Ganzen neun Wägungen an ebensoviel verschiedenen Tagen im Oktober und Dezember 1899 ausgeführt, und zwar so viele, weil sich gleich ein sehr erheblicher Unterschied gegen die von Buchanan angegebene Zahl herausstellte und jede Wahrscheinlichkeit eines starken Wägungsfehlers auf meiner Seite ausgeschlossen werden musste. Ich erhielt als Vakuumgewicht im Mittel aus den 9 Einzelwerthen: 175.28372 g mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm$ 0.19 mg. Da die Waage im Zwange örtlicher Verhältnisse leider nicht recht schütterfrei und gegen Besonnung geschützt aufzustellen ist, erreichen die Abweichungen der Einzelwägungen vom Mittelwerth im Maximum zweimal 0.7 mg, meistens aber halten sie sich doch unter 0.2 mg. — Die Reduktion auf Luftleere geschah nach derselben Formel wie bei Buchanan.

Jedenfalls besteht gegenüber der Buchananschen Zahl das beträchtliche Mehrgewicht von 3.8 mg, was aufzuklären blieb. Meine Vermuthung, dass der in England benutzte Gewichtssatz in seinen einzelnen Stücken zu schwer gearbeitet sein dürfte, erhielt zunächst eine Stütze in der Prüfung der dem Aräometer B 18 beigegebenen Reihe von Aufsatzgewichten. Diese wurden nämlich sämmtlich als zu schwer befunden; sie wogen der Reihe nach: 7.0010; 5.0006; 3.0003;

[1]) Ich finde beim Nachrechnen für die Beobachtung 1 = 30·098; 5 = 30·101; 6 = 30·088; 7 = 30·085; 8 = 30·092; 9 = 30·075; 10 = 30·086; und hieraus das Mittel = 1.030·0927.

1.0004; 0.5004 g und ihre Summe 16.5027, statt nominell 16.5 g, wie sich durch Wägung genau bestätigte. Auch die kleineren Gewichte, zusammen nominell = 2.25 g, waren in Summa um 2.5 mg zu schwer. Auf meine entsprechende briefliche Mittheilung liess Herr Buchanan den für die Wägungen benutzten Gewichtssatz mit einem andern notorisch guten vergleichen, und theilte mir als Ergebniss mit, dass in der That die benutzten Gewichtsstücke, namentlich die kleineren, eine merkliche negative Korrektion besässen, dass also die in Kiel ausgeführten Wägungen zutreffend wären. Ein Vergleich meines Gewichtssatzes mit einem von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission kürzlich geprüften 100-Grammstück desselben Fabrikanten (Westphal in Celle) bestätigte eine ausreichende Zuverlässigkeit meiner Wägungen auch nach ihrem absoluten Maasse. — Es wurde also stets das Vakuumgewicht von 175.2837 als richtig angenommen und an Stelle der fehlerhaften englischen Aufsatzgewichte ausschliesslich andere benutzt, die ich selbst so sorgfältig wie möglich hergestellt hatte, d. h. die innerhalb 0.2 mg richtig waren.

2. Die Kalibrirung des Stengels. Schon auf Grund sonstiger Erfahrungen war es mir im höchsten Grade zweifelhaft, dass die von Buchanan für die einzelnen Stücke des Skalenstengels angegebenen Unterschiede im Volum der Skaleneinheit reale Bedeutung hätten; und die praktische Nachprüfung erwies in der That, dass sich für dieselben Skalentheile, die nach Buchanans Tabelle (s. o. S. 26) ein grösseres Volum haben sollten, oft genug ein kleineres ergab, und umgekehrt. Im Mittel aus sämmtlichen neun Bestimmungen der Tabelle Buchanans ergiebt sich als Volum der ganzen Skala: 0.91143 cc; dabei ist der wahrscheinliche Fehler dieses Mittels = ± 1.92 cbmm, der einer einzelnen Bestimmung = ∓ 5.75 cbmm. Thatsächlich erreichen die Abweichungen vom Durchschnittswerth einmal — 16.9 cbmm (bei 11—22 mm der Skala), wo ich selbst aber keineswegs eine Verdünnung des Stengels aus meinen Kalibrirungen auffinden konnte.

Man beachte auch Folgendes. Die Ablesung des Aräometers kann überhaupt nicht mit grösserer Genauigkeit als ∓ 0.1 mm erfolgen; die Volumbestimmung eines Skalenintervalls hat also auch bei normaler Ausbildung der Kapillarwelle im ungünstigen Falle mit einem Fehler von ± 0.2 mm zu rechnen, was nach obigem Werthe ein Volum von 1.8 cbmm bedeutet. Die Voraussetzung, dass der Kapillarwelle durchweg eine günstige Form gegeben werden konnte, wird nun keineswegs durchweg zutreffen; daher der dreimal grössere wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung. Im vorliegenden Falle konnte, wie meist bei den modernen, sehr gut gearbeiteten engeren Röhren, der Skalenstengel als nahezu vollkommener Cylinder angesehen werden.

Ich selbst ging in der Weise vor, dass ich zwei parallele Reihen von Kalibrirungen aufstellte: solche mit Belastungsvarianten von 0.1 g, die also denen Buchanans entsprechen, da nahezu genau + 0.1 g ein Skalenintervall von 11.0 mm eintaucht; zweitens solche, wo rasch nach einander die tiefste und geringste Eintauchung des Stengels in destillirtem Wasser mit grösseren Aufsatzgewichten von 0.8 oder 0.9 g bestimmt wurde. Die erste Reihe umfasst 32 Werthe, die zweite 19; das hiernach berechnete Volum der ganzen Skala von 0 bis 100 mm ergiebt sich nun:

aus der ersten Reihe = 0.91269 cc,
„ „ zweiten „ = 0.91267 „

also eine sehr gute Uebereinstimmung. Dass auf Temperaturgleichgewicht und günstige Aus-

bildung der Kapillarwelle geachtet wurde, ist selbstverständlich. Ich halte also meinen Mittelwerth von 0.91268 für zuverlässiger als den von Buchanan bestimmten, in dessen Fehlerbereich mein Werth übrigens noch hineinfällt: der Unterschied beträgt nur 1.45 cbmm.

5. Die Volumbestimmung wurde nach der alten Anleitung Buchanans im Challengerwerke mit möglichster Sorgfalt durchgeführt; als Unterlage dienten die obigen Beobachtungen bei der Kalibrirung. Bekanntlich erhält man das Volum des Aräometers bis zu einem bestimmten Skalenstrich, indem man es in möglichst frisch destillirtem Wasser einsenkt: dann entspricht das auf Luftleere reduzirte Gewicht des Aräometers dem Gewicht des verdrängten Wassers bei der gegebenen Temperatur. Diese wurde bestimmt mit einem sehr guten Normalthermometer aus Jenaer Borosilikatglas, das in der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg mit dem Wasserstoffthermometer verglichen war und 0.01° abzulesen gestattete. Wenn man den im Wasser eingetauchten Theil des Stengels nach der oben gegebenen Skaleneinheit auswerthet und vom vorher erhaltenen Gesammtvolum subtrahirt, erhält man das Volum des Aräometerkörpers bei der gegebenen Temperatur. Für die thermische Ausdehnung des Wassers benutzte ich Scheels Tabelle bei Landolt und Börnstein. Es waren 47 gute Einzelbestimmungen zur Verfügung zwischen den Temperaturen 7.0° und 23.4°; die Abweichungen der einzelnen Volumzahlen waren aber sehr gross und gestatteten ohne Weiteres keine sichere graphische Ausgleichung. Da sich die Temperaturen aber in bestimmten Gruppen angeordnet vorfanden, berechnete ich sieben Gruppenmittel, die sich dann auch graphisch gut darstellen liessen. Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet ergab sich alsdann die Formel;

$$V_t = 175.8622 + 0.00489\, t^0.$$

Der wahrscheinliche Fehler des Volums beträgt $\pm$ 1.2 cbmm; die beobachteten und berechneten Werthe (175.0000 + ...) seien hier zusammengestellt:

$t^0 =$		7.87°	13.60°	15.08°	16.42°	17.63°	22.55°	23.28°
V_t	beobachtet	.9007	.9273	.9350	.9440	.9505	.9703	.9768
	berechnet	.9007	.9287	.9359	.9425	.9484	.9725	.9761
Differenz		.0000	.0014	.0009	.0015	.0021	.0022	.0007

Als kubischer Ausdehnungskoeffizient des zum Aräometer B18 verwendeten Glases ergiebt sich aus der Formel: $K = 0.0000278$. Das Aräometer dehnt sich für je 1° Erwärmung um 4.89 cbmm aus.

Nach Buchanans Bestimmungen beträgt, wenn man sie graphisch aufträgt, das Volum des Aräometers beim Skalentheil 0 mm für $t = 17.5°$: 175.8880 cc, nach unsrer Formel aber 175.9478 cc, folglich um 59.8 cbmm mehr. Diese grosse Differenz beruht auf zwei Quellen. Erstlich ist das Vakuumgewicht des unbelasteten Aräometers nach Buchanan um 3.8 mg zu klein. Das würde aber auch nur eine Volumverkleinerung um etwa ebensoviele Kubikmillimeter erzielen, die jedoch, genau genommen, nicht einmal voll erreicht wird. Denn das betreffende Aräometer muss mit etwa 0.5 g belastet werden, um überhaupt Ablesungen bei einer Temperatur von 17.5° zu ermöglichen (unbelastet taucht es nur bei $t > 30°$ mit seiner Skala ein), und das kleine Gewichtstück von 0.5 g des Buchananschen Satzes hat eine Korrektion von —0.4 mg. Thatsächlich

beträgt also mit diesem Aufsatzgewicht die Unterbelastung nur 3.4 mg, also der Effekt auf das Volum ebensoviele Kubikmillimeter. Die Hauptursache des grossen Volumunterschieds liegt aber, zweitens, in der von Buchanan beim Gewicht des Aräometers nicht mit in Rechnung gesetzten Kapillarwelle. Aus der Skaleneinheit von 9.1268 cbmm ergiebt sich als Radius des Stengels $\varrho = 1.705$ mm, und erhält die Kapillarwelle nach unsern früheren Darlegungen (oben S. 18) ein Gewicht:

bei $t = 7^0 : \gamma = 82.8$ mg
„ „ $= 23^0 : \gamma = 79.6$ „

unter der Voraussetzung einer vollkommenen Ausbildung, d. h. also normalen Benetzung des Glases. Ziehen wir nun das Volumdefizit von fast 60 cbmm bei Buchanan in Betracht, so könnte man daraus auf eine unvollständige Ausbildung der Kapillarwelle, nämlich zu $^3/_4$ ihrer Normalgrösse, schliessen. In der That können auch Fehler einer einzelnen Volumbestimmung in Beträgen von 10 und mehr cbmm vorgekommen sein (s. o. S. 28). Endlich liegt in der Differenz von fast 60 cbmm auch noch die Unsicherheit der graphischen Darstellung, durch die wir das Volum bei 17.5° zu bestimmen versucht haben, mit darin. —

Nachdem wir so bei allen Konstanten des Instrumentes B 18 abweichende Werthe[1]) erhalten haben, wird es sich empfehlen, zunächst an einem Beispiel die Wirkung dieser Abweichungen rechnerisch vorzuführen.

In Mittelmeerwasser von der Temperatur $= 15.00^0$ tauchte das Aräometer B 18 mit der Belastung $+ 6.0$ g bis zum Skalentheil 28.3 mm, mit der Belastung $+ 6.5$ g bis 81.3 mm ein. Nach der gewöhnlichen Anleitung würden wir darnach erhalten:

$$1.\ S\,\frac{15.0^0}{17.5^0} = \frac{181.2799}{176.1316} \cdot 1.0012886 = 1.030{\cdot}56$$

$$2.\ S\,\frac{15.0^0}{17.5^0} = \frac{181.7799}{176.6162} \cdot 1.0012886 = 1.030{\cdot}56$$

Hierbei sind durchweg Buchanans Konstanten für Vakuumgewicht und Aufsatzgewichte, Skaleneinheit und Volum des Aräometers (das Volum für 15.0^0 nach der graphischen Darstellung $= 175.8750$) eingeführt, die Kapillarwelle aber weggelassen worden.

Rechnen wir aber nach den von uns ermittelten Konstanten für das Volum, berichtigen wir das Vakuumgewicht und die Fehler der Aufsatzgewichte, und fügen wir die Kapillarwelle mit einem Gewicht von 81.2 mg dem Gewicht des Aräometers hinzu, so erhalten wir die Gleichungen:

$$3.\ S\,\frac{15.0^0}{17.5^0} = \frac{181.3659}{176.1938} \cdot 1.0012886 = 1.030{\cdot}68$$

$$4.\ S\,\frac{15.0^0}{17.5^0} = \frac{181.8663}{176.6772} \cdot 1.0012886 = 1.030{\cdot}68$$

Durch diese Veränderungen der Konstanten erhalten wir also einen Unterschied im spezifischen Gewicht von $+ 0.000{\cdot}12$, es wird hierdurch also noch die vierte Dezimale stark betroffen.

[1]) Ich habe genau nach derselben Methode mit dem Aräometer B 18 zugleich zwei meiner eigenen Normalaräometer neu bearbeitet: Nr. 53 aus Jenaer Thermometerglas 16^{III} und Nr. 66 aus Borosilikatglas 59^{III}. Das Ergebniss war sehr befriedigend, indem die drei Aräometer in ihren Angaben nach der alten Methode innerhalb drei Einheiten, nach der neuen aber innerhalb einer Einheit der fünften Dezimale übereinstimmen.

Es fragt sich aber, ob überhaupt dieser Unterschied nicht noch in den Bereich des Fehlers, der der ganzen Methode anhaftet, fällt, und deshalb wird folgende allgemeine Betrachtung nothwendig.

In der Gleichung $S = G/V$ erscheint S als Funktion sowohl von G, wie von V. Die Wirkungen der Fehler, die in der Bestimmung der beiden Grössen gemacht werden, sind durch folgende Differentialgleichungen gegeben:

$$\frac{\partial S}{\partial G} \cdot dG = \frac{dG}{V} \quad \text{und} \quad \frac{\partial S}{\partial V} dV = -\frac{G\,dV}{V^2}.$$

Unter der Annahme, dass der Einfluss der G und der V auf das Resultat der gleiche sein soll, ergiebt sich hieraus

$$\frac{dG}{G} = -\frac{dV}{V},$$

d. h. beide Grössen G und V müssen innerhalb gleicher Bruchtheile ihres Werthes genau bestimmt sein. In unserm Falle sind die Zahlenwerthe für V und G so wenig von einander verschieden, dass wir ohne merklichen Fehler statt der Bruchtheile sehr wohl die Kubikmillimeter und die Milligramme setzen dürfen. Ist also bei $G = 180$ g die Wägung auf $\pm$ 0.2 mg gemacht, so muss also auch die Volumbestimmung innerhalb $\pm$ 0.2 cbmm richtig sein. Oder anders: kann die Volumbestimmung, wie wir oben gesehen haben, nicht genauer sein als $\pm$ 1.2 cbmm, so braucht auch die Wägung (einschliesslich Auswerthung der Kapillarwelle) nur auf $\pm$ 1.2 mg richtig zu sein. Bei sonst guter Arbeit kann also der hieraus entspringende Fehler ein Maximum werden, wenn das Gewicht G (etwa durch das Verhalten der Kapillarwelle) um 1.2 mg zu klein, das Volum V um 1.2 cbmm zu gross wird, oder umgekehrt. Führen wir die Rechnung für $G = 180$, $V = 176$ durch, so ergiebt sich als hieraus zu erwartender Endfehler des spezifischen Gewichts, $1.028412 - 1.028409 = 0.000003$, was durchaus zu vernachlässigen wäre. Anders ist es aber mit der einzelnen Ablesung an der Skala, die durch kapillare Einflüsse sehr leicht um 0.5 mm zu gross oder, wie meistens, zu klein ausfallen kann. Bei Aräometer B 18 entspricht diesem Skalenwerth schon ein Volum von $\pm$ 4,6 cbmm, während zwar ein Wägungsfehler von gleichem Bruchtheil nicht wohl vorkommen, wohl aber das Gewicht der Kapillarwelle nicht nur um denselben, sondern bis zum doppelten Betrag in Milligramm anders werden kann. Führen wir diese Fehlergrösse $= \pm$ 4.6 ein, so wird der Endfehler $= \pm$ 0.000053, also mehr als eine halbe Einheit der vierten Dezimale. (Vgl. oben S. 20). Nach dieser gewöhnlichen Methode kann also eine grössere Genauigkeit nicht erwartet werden; zuverlässig giebt sie allein die vierte Dezimale [1]).

[1]) Hiermit war man allerdings früher schon zufrieden und glaubte auch für alle ozeanographischen Zwecke in den heimischen Gewässern der Ostsee und Nordsee damit auszukommen. Es hat sich aber herausgestellt, dass auch für diese Meeresgebiete eine Genauigkeit des spezifischen Gewichts bis $\pm$ 0.00002 sehr erwünscht ist, und nach O. Pettersson soll diese allein durch Chlortitrirung zu erhalten sein. So sehr ich diese Titermethode schätze, so kann ich doch über einige Schwächen, die ihr anhaften, nicht so leicht hinwegkommen, wie mein verehrter schwedischer Fachgenosse. Ich habe vor einiger Zeit nachgewiesen, dass die „Chlorkonstante" nicht konstant, sondern eine Funktion des Chlorgehalts selbst ist, und bemerke, dass sie wie schon Jacobsen vor 27 Jahren hervorgehoben hat, in stark von Flusswasser ausgesüssten Meeresgebieten, bei gleichem spezifischem Gewicht eine örtlich veränderliche Grösse werden kann; vgl. Geophysikal. Beob. der Plankton-Expedition (1893) S. 70f. Die sonst vorzüglichen Beobachtungen der Ingolf-Expedition sind dadurch fehlerhaft publizirt, dass Dr. Knudsen mit einer unveränderlichen Chlorkonstante gerechnet und somit bei den geringeren Salzgehalten durchweg viel zu kleine Werthe erhalten hat; so sind schon die ersten Angaben seiner Tabelle (für den Sund) um nicht weniger als 0.1 Promille des Salzgehalts falsch, was im spezifischen Gewicht einem Fehler von 7.6 Einheiten der fünften Dezimale entspricht. — Pettersson verwundert sich (in Petermanns Mittheilungen 1900, S. 4) über die „apologetischen Einleitungen" in den Berichten der Aräometerfreunde; dem gegenüber möchte ich im Interesse einer künftigen grösseren Exaktheit der chemischen Titermethode die Forderung erheben, einmal auch etwas über die Korrektionen der zur Titrirung benutzten Pipetten und Büretten zu erfahren. Einstweilen schwebt über diesen Instrumenten der allgemeine Verdacht, dass man sich einfach auf die Sorgfalt des Fabrikanten verlassen habe; vielleicht aber erhält man für die Titrirungen auf diese Weise wenigstens hinterher noch ein „apologetisches" Postskriptum. —

Ein grosser Theil dieser Schwierigkeiten fällt weg, wenn wir nach Buchanans neuer Methode die Gleichung $S = \frac{G_s}{G_d}$ auflösen: hier sind beide Gewichtsgrössen mit derselben Genauigkeit zu erhalten. Das Vakuumgewicht des Aräometerkörpers ist konstant, die Aufsatzgewichte sind zum Theil identisch und leicht bis 0.2 mg zu adjustiren. Die Volumbestimmung fällt ganz aus, wenn der Skalenstengel soweit als ein vollkommener Cylinder betrachtet werden darf, dass ohne merklichen Fehler gleiche Intervalle der Skala gleiche Volumina des Stengels bedeuten, was bei gut gearbeiteten Aräometern immer der Fall sein wird.

Auch die Kapillarwelle spielt hier in keiner Weise die Rolle, wie bei der vorher behandelten Methode: man hat nur, beim Eintauchen sowohl im Seewasser wie im destillirten Wasser, auf eine möglichst günstige Ausbildung der Kegelwelle zu halten. Abgesehen hiervon könnte überhaupt ernstlich in Frage kommen, ob bei dieser Beobachtungsmethode die Kapillarwelle nicht lieber ganz ignorirt werden dürfe: sie hängt sich beim destillirten Wasser mit einem nur wenig kleineren Gewicht am Stengel an, als beim Seewasser. Für Buchanans Aräometer ergiebt sich bei 17.5° das Gewicht γ:

in destillirtem Wasser = 80.7 mg,
„ Mittelmeerwasser = 81.7 „ ,

also um 1.0 mg mehr, welche relative Differenz auch bei der nicht ganz vollkommenen Ausbildung der Kegelwelle in beiden Flüssigkeiten bestehen bleiben wird. Ein Gewichtsüberschuss für G_s von + 1.0 mg erhöht aber das spezifische Gewicht bei B 18 nur um 5 Einheiten der sechsten Dezimale. In der That ist es also wohl noch erlaubt, bei der Gleichung $S = G_s/G_d$ von einer Auswerthung des Kapillarwellengewichts für G_s und G_d ganz abzusehen, vorausgesetzt, dass man für eine leidlich normale Ausbildung der Kegelwelle sorgt. Das ist also ein weiterer, sehr wesentlicher Vortheil dieser Methode.

Ein merklicher Fehler kann jedoch durch schlechte Wägungen und schlechte Adjustirung der Aufsatzgewichte entstehen; in dieser Hinsicht gewährt uns der dem Aräometer B 18 beigegebene Gewichtssatz gleich ein lehrreiches Beispiel. In der oben (S. 28) gegebenen Tabelle ist im ersten Beispiel die Belastung des Aräometers im Seewasser 5.5 Gramm nominell, aber thatsächlich 5.5010 g (nach meinem Gewichtssatz geprüft); in destillirtem Wasser nominell 0.5, thatsächlich 5.0004 g. Nach meiner Rechnung und mit Benutzung des richtigen Vakuumgewichts ergiebt sich darnach:

statt: 181.0799 : 175.7893 = 1.030·098,
richtiger: 181.0849 : 175.7897 = 1.030·125,

also jetzt um 2.7 Einheiten der fünften Dezimale mehr. Aufsatzgewichte sollen aber innerhalb 0.2 mg richtig zugefeilt werden; dann wird der Fehler nicht mehr in der fünften Dezimale merklich, namentlich wenn die Korrektionen nicht alle dasselbe Vorzeichen tragen, wie das bei dem Gewichtssatze zu B 18 in besonders ungünstiger Weise der Fall ist.

Um die Fehler, die aus ungenauen Wägungen entstehen können, zu würdigen, genüge der Hinweis, dass hier ebenfalls die Regel gilt:

$$\frac{dG_s}{G_s} = -\frac{dG_d}{G_d} = \frac{dS}{S}.$$

Auch hier also müssen die Gewichte des in Seewasser und in destillirtes Wasser gleicher Temperatur eingetauchten Aräometers bis auf die gleichen Bruchtheile genau bestimmt sein; ebenso verändern gleiche Bruchtheile der Gewichte G gleiche Bruchtheile am spezifischen Gewicht S. Für einen Werth der $G = 180$ g würde also zu einer Aenderung des spezifischen Gewichts

um	$\pm$ 0.0001	: eine Gewichtsänderung von	$\pm$ 18.0 mg
„	$\pm$ 0.00001	: „ „ „	1.8 „
„	$\pm$ 0.000001	: „ „ „	0.2 „

erforderlich sein. Aus längeren Beobachtungsreihen erhält man also eine Einheit der fünften Dezimale jedenfalls ganz sicher.

Weiterhin ist noch der Einfluss einer Ungleichheit der Temperatur beim Uebergang des Aräometers aus dem Seewasser nach dem destillirten Wasser näher zu untersuchen. Die Voraussetzung, dass sowohl das Aräometer, wie beide Flüssigkeiten mit der umgebenden Luft genau dieselbe Temperatur haben sollen, wird nur nach längerem Belassen des ganzen Apparats in einem ungeheizten, unbesonnten Zimmer oder Kellerraum für mindestens zwölf Stunden befriedigend erfüllt werden können. Aber wie die nähere Untersuchung zeigt, bedarf es einer allzu subtilen Wärmeregulirung hierbei nicht. Die Wichtigkeit der Sache mag eine etwas umständlichere Behandlung rechtfertigen. Die Einwirkungen der Temperatur sind hier doppelter Art: sie erstrecken sich sowohl auf den Glaskörper des Aräometers, wie auf die Dichtigkeit des Wassers. Bei Erwärmung wird das Wasser leichter; das Aräometer sinkt also tiefer in dasselbe ein. Wollen wir einen vorher bestimmten Stand $= h$ an der Skala haben, so werden wir nun die Belastung kleiner machen müssen und aus diesem Grunde erhalten wir also ein zu kleines G_d. Bei Erwärmung dehnt sich aber der Glaskörper aus, wodurch wieder ein grösseres Volumen Wasser vom Aräometer verdrängt wird: deshalb hebt sich das Aräometer aus dem Wasser heraus, und wir müssen es aus dieser Veranlassung etwas stärker belasten, um es auf den gewollten Stand h hinauf zu bringen. Diese beiden, soeben gesondert betrachteten Einwirkungen kompensiren sich also theilweise; doch ist die aus der Glasausdehnung stammende immer sehr viel kleiner.

Gegeben sei das Gewicht G, das erforderlich ist, um das Aräometer bis zu der bestimmten Marke $= h$ in destillirtem Wasser von der Temperatur $= t_1$ einzutauchen. Das Volum eines Grammes von diesem Wasser sei W_1. Nun erhöhe sich die Temperatur von t_1 auf t_2; dann ist das Volum eines Grammes von diesem Wasser W_2. Im ersten Falle äquilibrirt das Gewicht G ein Volum Wasser $= G.\ W_1$ cc, im zweiten $= G.\ W_2$ cc. Der Volumunterschied ist dann $w = G\,(W_2 - W_1)$. Dieses kleine Volum kann nun in Skalentheilen des Aräometers ausgedrückt werden und zeigt dann, um wieviel Millimeter sich das Instrument aus dem Wasser herausgehoben hat. Um es auf den gewollten Stand h zu bringen, muss es eine gewisse Entlastung erfahren, die sehr angenähert eben so viele Milligramm beträgt wie das kleine Volum w Kubikmillimeter. Nehmen wir als Beispiel wieder die erste Beobachtung aus Buchanans Tabelle S. 28 und setzen wir $t_1 = 11.2^0$, $t_2 = 11.4^0$; bekannt ist ferner $G = 175.7893$ g; $h = 0.4$; das Volum der Skaleneinheit $= 0.0091$ cc; die Wirkung eines Aufsatzgewichts von 100 mg gleich einer Eintauchung von 11.0 Skalentheilen; $W_1 = 1.0004094$ und $W_2 = 1.0003883$. Folglich $w = 3.7$ cbmm oder 0.4 Skalentheile. Die erforderliche Entlastung beträgt alsdann — 3.6 mg.

Der Glaskörper des Aräometers B 18 dehnt sich für jeden Grad Temperaturzunahme um 4 89 cbmm aus; bei einem Aräometer aus Borosilikatglas mit dem sehr viel niedrigeren kubischen Ausdehnungskoeffizienten von 0.000018 ist dieser Effekt etwas kleiner (bei meinem Aräometer 66 nur 3.15 cbmm). Um $t_2 - t_1 = 0.2^0$ erwärmt verdrängt das Aräometer B 18 also 0.98 cbmm Wasser mehr; es hebt sich aus dieser Veranlassung um den Betrag von 0.1 mm aus dem Wasser heraus, müsste also, um auf den richtigen Stand $h = 0.4$ mm zurück zu kommen, mit 0.9 mg mehr belastet werden.

Das Endergebniss der Temperaturänderung um 0.2^0 ist also eine Entlastung um $3.6—0.9 = 2.7$ mg: welches einer Aenderung im spezifischen Gewicht um 1.5 Einheiten der fünften Dezimale entspricht. Wäre $t_2—t_1 = 0.1^0$, so wird der Effekt gleich 7.5 Einheiten der sechsten Dezimale, also eine schon eher zu vernachlässigende Grösse. Die praktisch nicht allzuschwer erreichbare Kenntniss der Wassertemperatur innerhalb 0.1^0 genügt demnach für alle aräometrischen Zwecke.

Wenn man übrigens auch das Aräometer im destillirten Wasser bei einer um 0.1 bis 0.3^0 gegen das Seewasser veränderten Temperatur auf die verlangten Höhen h einstellt, so macht das nichts aus, sofern man nur diese neue Temperatur t_2 genau bestimmt und die Gewissheit hat, dass eine Wärmeschichtung im Messcylinder nicht vorhanden ist (übrigens eine elementare Anforderung!). Von dem Einfluss der Glasausdehnung kann man absehen, solange $t_1—t_2 \leqq 0.3^0$ (bei Borosilikatglas 0.4^0) ist. Das alsdann beobachtete Gewicht G_d bedarf einer Korrektion, die man aus der Proportion findet:

$$G_d : (G_d + C) = W_2 : W_1, \text{ woraus}$$
$$C = G_d \cdot \frac{W_1 - W_2}{W_2}$$

Hierbei ist auf das entstehende Vorzeichen zu achten. Kennt man die kubische Ausdehnung des zum Aräometer verwendeten Glases (was bei den besseren Jenaer Gläsern 16^{III} und 59^{III} immer der Fall ist), so kann man auch hier die Glaskorrektion noch anbringen. Immer aber bleibt ein Glas von so geringer thermischer Ausdehnung, wie das Jenaer Borosilikatglas 59^{III} von Vortheil.

Hiermit glaube ich alle wesentlichen Fragen, die bei der Verwendung des Aräometers als Verdrängungs-Pyknometer nach Buchanans neuer Methode in Betracht kommen können, hinreichend geklärt zu haben.

Für die praktischen Beobachtungen selbst sei im Folgenden noch einmal kurz das Wesentliche hervorgehoben.

Man wäge das Aräometer bis auf $\pm$ 0.2 mg und reduzire auf Luftleere unter Beachtung der Luftfeuchtigkeit.

Die Aufsatzgewichte, in der Zusammenstellung: 4, 3, 2, 1 g; 0.5; 0.2; 0.1, 0.1, 0.1 0.1 g und eventuell auch 0.05 g, sollen ebenfalls so genau wie möglich gearbeitet, also innerhalb 0.2 mg richtig sein. Die Form ist am besten eine spiralige, mit zwei bis drei Centimeter langem senkrechten Zopf am oberen Ende; das Material Metalldrath, für die Bruchgramme Aluminium.

Die Kalibrirung des Stengels erfolge in frisch destillirtem Wasser, um festzustellen, ob der Stengel gut cylindrisch gearbeitet ist; für die Interpolationsrechnung ist das wichtig.

Vor der Beobachtung behandle man das Aräometer mit aller Sorgfalt (S. 20) und achte auf möglichste Gleichmässigkeit der Temperatur (S. 34), verwende also empfindliche Thermometer.

Bei der Beobachtung selbst achte man stetig auf die Formen der Kapillarwelle (S. 21), belaste das Aräometer im Anfange so, dass es möglichst bis zum oberen Ende der Skala eintaucht, und nehme dann schrittweise je 0.1 g, oder bei rascherer Arbeit 0.2 g, vom Aufsatzgewicht weg, bis man am unteren Ende der Skala anlangt. Dies geschehe in destillirtem Wasser genau ebenso wie in Seewasser. Für die gesuchten Stände im destillirten Wasser (S. 28) bestimmt man das zugehörige Gewicht durch graphische Interpolation, wobei auf dem Millimeterpapier ein Skalentheil = 5 mm, 0.1 g = 50 mm gesetzt und die Gewichte auf halbe Milligramm abgelesen werden; will man noch genauere Werthe, so interpolire man durch Rechnung, was aber kaum die Mühe lohnen wird.

Um das spezifische Gewicht mit voller Genauigkeit zu finden, braucht man übrigens gar nicht, wie das in der Tabelle auf S. 28 geschehen ist, alle einzelnen S auszurechnen, wenn man dafür Sorge getragen hat, die Aufsatzgewichte immer um das gleiche Intervall anwachsen oder abnehmen zu lassen, also um 0.1 oder um 0.2 g. Alsdann nimmt man aus sämmtlichen G_s und G_d die beiden arithmetischen Mittel und erhält mit einer einzigen logarithmischen Rechnung den gesuchten Werth; so beispielsweise für die Tabelle auf S. 28: 181.5299: 176.2299 = 1.030·092.

Die ältere Methode lässt sich freilich viel bequemer an. Hier verwendet man ganz bestimmte Aufsatzgewichte, die als Vielfache des leichtesten gearbeitet sind, und die man am Besten ebenfalls in Spiralform mit vertikalem Zopf aus Messing-, Kupfer-, Nickelin-, oder Neusilberdrath herstellt; dann kommt man mit 4 bis 5 Gewichten aus, da sich die schwereren Belastungen durch Aufeinandersetzen der leichteren Gewichte erzielen lassen. Für jedes dieser Gewichte lässt sich ein für alle Mal nach der früher von mir gegebenen Anleitung[1]) für jeden Skalentheil das spezifische Gewicht $S\frac{17.5^{0}}{17.5^{0}}$ berechnen und alles in einer Tabelle übersichtlich zusammenstellen, sodass man unmittelbar nach der Beobachtung ohne alle Rechnung das zugehörige spezifische Gewicht auffinden kann. So bequem auch dieses Verfahren ist: wir wissen jetzt, dass es uns nur die vierte Dezimale genau zu geben im Stande ist. Trotzdem wird es, namentlich an Bord, zur ersten raschen Orientirung immer noch mit Vortheil verwendet werden können. Will man aber zuverlässige Angaben für das spezifische Gewicht, so wird fortan das neue Verfahren Buchanans ausschliesslich verwendet werden müssen. Es ist ebenso genau wie ein Pyknometer, aber viel bequemer.

[1]) Ann. d. Hydr. 1894, S. 425.

Plankton

in

Rügenschen Gewässern.

Von

Dr. C. Apstein.
Kiel, Zoologisches Institut.

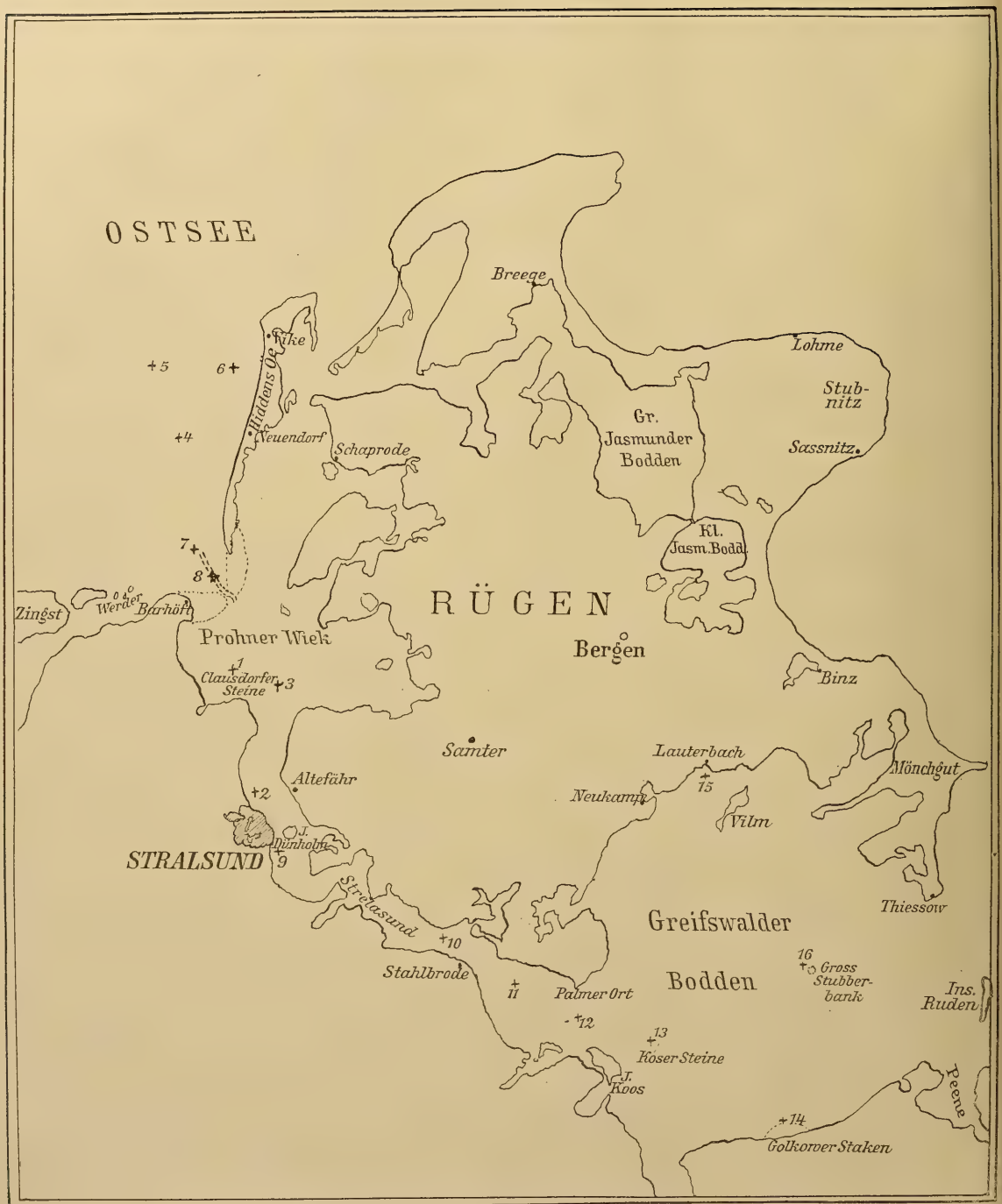
Durch Theilnahme an der Untersuchung der Rügenschen Gewässer durch Herrn Prof. Reinke in der Zeit vom 8. bis 13. August 1899 wurde mir Gelegenheit gegeben nebenher auch Planktonproben zu sammeln. Das Plankton wurde mit einem Oberflächennetz, — da ein quantitatives Netz von dem Segler schlecht zu handhaben war — an 16 Orten gefischt, zum Theil sogleich an Bord, dann aber nach der Rückkehr nach Kiel weiter untersucht. Die Fänge wurden an folgenden Orten ausgeführt:

1. Bei den Klausdorfer Steinen im Prohner Wiek 8. VIII. 99.
2. Direkt nördlich von Stralsund 9. VIII. 99.
3. Mitten im Prohner Wiek 9. VIII. 99.
4. In der Ostsee ausserhalb Hiddensöe westl. von Neuendorf 9. VIII. 99.
5. „ „ „ „ „ „ „ Vitte 9. VIII. 99.
6. „ „ „ „ „ „ „ „ näher am Lande 9. VIII. 99.
7. Vor dem ausgebaggerten Kanal zwischen Hiddensöe und Barhöft 9. VIII. 99.
8. In diesem Kanal 9. VIII. 99.
9. Im Strela Sund südlich der Insel Dänholm 10. VIII. 99.
10. Im Strela Sund NW von Stahlbrode 10. VIII. 99.
11. „ „ „ zwischen Stahlbrode und Palmer Ort 10. VIII. 99.
12. Palmer Ort Feuerschiff 10. VIII. 99.
13. Bake Koser Steine 10. VIII. 99.
14. Golkower Haken 10. VIII. 99. } Greifswalder Bodden.
15. Lauterbach 10. VIII. 99.
16. Stubber Sandbank 11. VIII. 99.

Da die Rügenschen Binnengewässer nirgend gegen die See vollkommen abgeschlossen sind, der Greifswalder Bodden sogar weit gegen die See geöffnet ist, so war anzunehmen, dass dieselben in Bezug auf ihr Plankton wenig von dem der umliegenden Ostsee abweichen würden. Um so mehr überraschte es mich in diesen Binnengewässern ein vorwiegend aus Süsswasserformen zusammengesetztes Plankton zu finden. Zu den Fängen mit Meeresplankton gehören 4—7, während alle anderen als Süsswasserfänge mit Beimischung von Meeresorganismen zu bezeichnen sind.

1. Das Plankton in der Ostsee. Fang 4—7.

Die Hauptmenge des Planktons bestand aus verschiedenen Chaetocerosarten neben denen sich zahlreicher noch *Ceratium tripos* und Limnochlide fand. In sofern stimmte die Zusammen-



Auf der Karte, die mir leider nicht zur Correctur vorlag, muss es heissen: Vitte statt Vike. Samtens statt Samter. J. Dänholm statt J Dänholm. Golkower Haken statt Golkower Staken.

setzung mit dem Fange überein, den Hensen [1]) auf der Holsatiafahrt im September 1887 bei Arcona machte. Die Fänge stimmten auch unter sich so weit, nur fand sich in Fang 6 Limnochlide an der Oberfläche ganz überwiegend. Ich vermuthe, dass der Grund in folgendem lag. An den Fangstellen 4, 5 hatten wir etwas stärkeren Seegang mit weissen Schaumköpfen auf den Wellen, so dass das Plankton gut durcheinander gemischt war. Dann flaute der Wind aber ganz ab, so dass wir an Fangstelle 6 vollkommen ruhiges Wasser trafen und nun die Limnochlide ganz an die Oberfläche gekommen war und infolge dessen in grösserer Menge in das Netz geriet und die *Chaetoceros* verdeckte. Diese Zweifel über Limnochlide konnten nur entstehen dadurch, dass Oberflächenfänge gemacht wurden; ein quantitativer Vertikalfang hätte gezeigt, ob an der letzten Fangstelle 6 die Limnochlide absolut häufiger geworden waren oder in derselben Zahl wie vorher vorkamen und sich nur ihre vertikale Vertheilung geändert hatte. Da wir nördlichen Wind hatten, so ist auch nicht anzunehmen, dass ein aus dem Prohner Wiek ausgehender Strom unter Hiddensöe entlang ging und dort der Limnochlide günstigere Bedingungen bot. Mitgeführt mit solch einem Strome ist aber die Limnochlide nicht, da sie in den Binnengewässern nur ganz vereinzelt beobachtet wurde. Von Diatomeen fanden sich neben *Chaetoceros* nur noch etwas zahlreicher *Guinardia flaccida* Per, *Cerataulina Bergonii* Per, *Coscinodiscus* und vereinzelt *Rhizosolenia semispina*. Die Bestimmung der *Chaetoceros* übernahm auf meine Bitte Herr Prof. Schütt, wofür ich auch hier bestens danke. Es fanden sich vor allem *Chaetoceros curvisetum* Cl, dann *Ch. protuberans* Laud, *Ch. Grunowii* Sch, *Ch. boreale* und eine aus den geringen Bruchstücken nicht näher zu bestimmende Art. Von Peridineen waren neben *Ceratium tripos* noch *C. fusus, C. longipes* und *Peridinium divergens* in geringerer Zahl vorhanden. Neben Limnochlide kamen noch *Nodularia* und eine korkzieherartig gewundene Form wie *Anabaena spiroides* spärlicher vor. Ferner sah ich öfter *Bothryococcus* sp. Von Protozoeen fanden sich häufiger *Tintinnus ventricosus, T. subulatus* und *Codonella campanula*.

Unter den Daphniden war *Evadne Nordmanni, Podon polyphemoides* zahlreicher, während *Podon intermedius* und *Bosmina maritima* selten vorkam. Letztere hatte Hensen [2]) als vorwiegende *Cladocere* bei Arcona, weiter westlich in den beiden Fängen von Fehmarn und Gjedser aber auch nicht in der grossen Zahl gefunden.

Die Copepoden waren vertreten hauptsächlich durch *Acartia longiremis,* dann *Temora longicornis* und *Temorella hirundo*. Ferner durch *Oithona spinirostris* und vereinzelte Centropages.

Nicht näher zu bestimmende Muschel- und Schneckenlarven fanden sich noch im Plankton, sowie *Oikopleura dioica,* welch letztere Hensen im September 1887 nur bis Fehmarn gefischt hatte. Als eine Beimengung aus dem Prohner Wiek fanden sich einige abgestorbene *Anuraea cochlearis*.

Die Binnengewässer sind durch Sandbänke, die sich einerseits von Barhöft nach NO, dann aber auch von Hiddensöe nach Süden (Gellen) erstrecken, fast von der See getrennt.

[1]) Das Plankton der östlichen Ostsee und des Stettiner Haffs. 6. Ber. d. Kommission 2. Heft. 1890.
[2]) l. c. pag. 126—128.

Eine Baggerrinne hat in neuerer Zeit eine Verbindung mit der See im Interesse der Schifffahrt hergestellt. Die Station 7 lag vor der Baggerrinne in See, Nr. 8 in der Baggerrinne selbst, der Strom war ausgehend. Fang 7 enthielt viel Detritus, der durch den Strom vom Boden aufgewirbelt wird, ebenso Fang 8. Es fanden sich im Wasser der Baggerrinne *Auraea cochlearis* massenhaft, wenige *A. aculeata* und *Synchaeta pectinata.* Neben *Acartia* ziemlich viel vom Boden mitgerissene Harpactiden. Ferner *Podon polyphemoides, Chydorus,* Muschel- und Schneckenlarven, alles Organismen, die wir weiterhin in den Binnengewässern kennen lernen werden. *Chaetoceros* war sehr selten, aber gut erhalten. Tot waren einige *Ceratium tripos* und *longipes. Pleurosigma* und *Campylodiscus* stammten vom Boden. *Spirogyra* trieb vereinzelt im Strome.

2. Die Binnengewässer. Fang 1—3, 9—16.

Die Fänge 1—3 sind westlich von Rügen, nördlich von Stralsund gemacht, die Fänge 9—16 von Stralsund bis in den Greifswalder Bodden hinein.

In allen Fängen überwog das im Süsswasser häufig anzutreffende Räderthier *Anuraea cochlearis* [1]), mit Ausnahme des Fanges 1 bei den Klausdorfer Steinen, in dem *Acartia longiremis* am häufigsten war. Die *Anuraea* habe ich im Süsswasser niemals so überwiegend beobachtet wie hier. Durch die Untersuchung frischen Materials ist es auch erwiesen, dass die Thiere überall in den Binnengewässern lebten und sich eifrig fortpflanzten, wie die zahlreichen Eier erkennen liessen.

Anuraea cochlearis. 200 : 1

Nach diesem Befund hätte man auf Süsswasserplankton schliessen müssen, es fanden sich aber auch Meeresorganismen beigesellt, wie eine Besprechung der einzelnen Fänge zeigen wird.

Anuraea tecta. 200 : 1

Nördlich von Stralsund bis in die Prohner Wiek (2—3 fanden sich wenig Schyzophyceen. Ganz vereinzelte *Limnochlide flos aquae, Anabaena spiroides* (?) *Nodularia spumigena.* Ebenfalls selten war *Pediastrum* und *Bothriococcus* sp. Nur Diatomeen waren öfter zu sehen, namentlich *Chaetoceros,* das in diesen Fängen, mit denen in der Ostsee verglichen, allerdings selten genannt werden musste. Andere Diatomeen kamen nur einzeln zur Beobachtung, so *Baccillaria paradoxa, Pleurosigma, Surirella.* Abweichend war der Fang 1, in dem sich von Pflanzen nur *Spirogyra* fand.

Von Protozoen fanden sich die beiden Tintinnen: *T. subulatus* und *Codonella campanula* gar nicht selten vor. Wie schon oben hervorgehoben, bildete aber die Hauptmasse ein Räderthier: *Anuraea cochlearis* mit vereinzelten Uebergängen bis *A. tecta* [1]). Neben dieser Art war öfter *A. aculeata* und *Synchaeta pectinata* vorhanden, aber beide gegen *A. cochlearis* ganz in den Hintergrund tretend. Nur bei den Klausdorfer Steinen (1) war — wie schon hervorgehoben — dieses Räderthier relativ spärlicher.

Von Daphniden fand sich überall nicht selten *Podon polyphemoides,* während in Fang 3 nur ein nicht näher bestimmter *Chydorus* vorhanden war. Von Copepoden fing ich

[1]) Die Figuren sind aus Apstein, das Süsswasserplankton, entnommen.

bei den Klausdorfer Steinen nur *Acartia longiremis* und zwar in grosser Zahl, während an den beiden anderen Punkten *Eurytemora hirundo, Paracalanus parvus* und Larven, sowie junge nicht der Art nach bestimmbare Copepoden angetroffen wurden. Larven von Muscheln und Schnecken vervollständigen das Bild, das etwas eintönig ist.

Am 10. August fuhren wir von Stralsund durch den Strelasund, am Südrande des Greifswalder Boddens, dann in einem grossen Bogen nach Osten bis Lauterbach auf Rügen, im Norden des Boddens. Am nächsten Tage wurde bei Gross Stubber, gerade der Mündung des Boddens nach der Ostsee gegenüber gefischt. Da der Greifswalder Bodden nach der Ostsee weit geöffnet ist, so hatte ich angenommen, dass ich im östlichen Theile des Strelasundes oder wenigstens beim Austritt aus demselben einen Wechsel im Plankton eintreten sehen würde. Aber so weit wir kamen (Linie Golkower Haken — Gross Stubber — Lauterbach) blieb das Bild fast immer dasselbe.

Gleich südlich von Stralsund und der Insel Dänholm (9) wurde ein Fang gemacht, der durch viel Detritus verunreinigt war. In ihm fanden sich: *Nodularia spumigena, Anabaena spiroides (?), Pleurosigma, Campylodiscus,* wenige *Chaetoceros,* einige *Tintinnus subulatus,* massenhaft *Anuraea cochlearis,* weniger *A. aculeata,* häufiger *Synchaeta pectinata,* nicht selten *Podon polyphemoides,* ziemlich häufig *Acartia longiremis, Eurytemora hirundo,* einzelne *Paracalanus parvus* und einzelne Harpactiden, letztere sowie die Diatomeen ausser *Chaetoceros* vom Boden durch den Strom aufgewirbelt.

Nordöstlich von Stahlbrode (10) war ungefähr dieselbe Zusammensetzung: *Tintinnus subulatus* und *Bothryococcus* wurde häufiger, dafür nahm *Synchaeta* ab, von Copepoden fand ich nur junge Thiere, die noch nicht mit Sicherheit zu bestimmen waren und einzelne Schneckenlarven. Der Fang 11 zeigte eine kleine Zunahme von *Chaetoceros,* wozu noch *Baccilaria paradoxa* trat. Neben *Tintinnus subulatus* fand sich *Codonella campanula* ein, von Copepoden konnte *Eurytemora hirundo* und *Acartia longiremis* erkannt werden. Muschellarven fanden sich auch. Im Fang 12 nahmen die *Chaetoceros* wiederum etwas zu, während im übrigen keine Aenderung zu sehen war. Auch die übrigen Fänge zeigten keine Abweichung, nur in Fang 16, Gross Stubber, fand sich *Bosmina maritima.*

Die Grenze des geschilderten Planktons nach Osten konnte nicht festgestellt werden, da eine Untersuchung des Meeresbodens in Bezug auf Algen ausserhalb des Greifswalder Boddens nicht im Programm war, für mich also auch keine Gelegenheit war, dorthin zu gelangen.

Wie aus Vorhergehendem sich ergiebt, ist das Plankton der Rügenschen Binnengewässer (ganz abgesehen von den beiden Jasmunder Bodden) vorwiegend aus Süsswasserformen zusammengesetzt. Leider hatten wir keine Aräometer an Bord, um den Salzgehalt feststellen zu können.

Nach den Beobachtungen, welche die Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Lohme anstellen lässt, betrug der Salzgehalt in der Ostsee bei Lohme

am 7. August an der Oberfläche 8,8 ‰ bei 14,6 ° C.
in 10 Faden 8,8 ‰ „ 12,8 ° C.

am 9. August	6 ha	8,8 ‰	bei 16,6 ° C.
	12 h Mittags	8,9 ‰	„ 18 ° C.
	7 hp	8,9 ‰	„ 18,6 ° C.
am 10. August	6 ha	9,0 ‰	„ 17,2 ° C.
	12 h Mittags	9,4 ‰	„ 19,2 ° C.
	7 hp	9,3 ‰	„ 19 ° C.

Wenn so der Salzgehalt von 8,8—9,4 ‰ noch günstig für das Gedeihen von Meeresplankton war, so wird er in den Binnengewässern allerdings etwas geringer gewesen sein. Schiemenz [1]) fand bei seinen Untersuchungen in den Rügenschen Gewässern, die sich bis in den Grossen Jasmunder Bodden erstreckten, in den Monaten Juni, Juli, Oktober 1895 nirgends den Salzgehalt unter 5,9 ‰ und steigend bis 8,8 ‰. Die zum Theil geringe Aussüssung der Binnengewässer wird zum grössten Theile wohl durch Niederschläge bewirkt; als Niederschlagsgebiet ist das anliegende Festland, sowie der grösste Theil der nach Westen und Süden abfallenden Insel Rügen anzusehen. Wenn auch in keinen grösseren Flüssen, so wird doch die Entwässerung des Landes in kleinen Bächen und Rinnsalen vor sich gehen. Dann aber wird der Peenestrom bei östlichen Winden auch in den Greifswalder Bodden direkt eintreten und so zur Herabsetzung des Salzgehaltes beitragen. Auf der Holsatiafahrt 1887 [2]) betrug der Salzgehalt dicht vor der Swinemündung 4,8 ‰ etwas weiter in See aber schon 7,6 ‰. Der Einfluss der Flussmündung war hier also nicht sehr bedeutend.

Nach den Untersuchungen von Kuhlgatz in der Schwentinemündung [3]) kam dort auch *Anuraea cochlearis* bei einem Salzgehalt bis 4,3 ‰ (pg. 120) vor, zugleich mit Ceratien.

Wir werden daher die Rügenschen Gewässer, soweit sie zwischen Festland und der Insel liegen, als Brackwasser Gebiet zu bezeichnen haben. Ausgedehntere Untersuchungen namentlich in verschiedenen Monaten unter Berücksichtigung der physikalischen Bedingungen sind nöthig, um dieses Gebiet näher kennen zu lernen. Meine Aufgabe konnte es nur sein, auf das Interesse, die dieses Gebiet beanspruchen kann, hinzuweisen.

[1]) P. Schiemenz, Ueber die Zeesenfischerei im Stralsunder Revier. Abh. d. Deutschen Seefischereivereins. Bd. 3.
[2]) 6. Bericht d. Kommission 1890.
[3]) Wissensch. Meeresuntersuchungen. Bd. III Heft 2.

Ueber das

Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20

zu dem

Zwecke quantitativer Untersuchungen des Auftriebs.

Von

Dr. **H. Lohmann.**

Im Jahre 1897 veröffentlichte Ch. Kofoid einen kleinen Aufsatz (Science, N. S., vol. 6, p. 829—832) mit der Ueberschrift „On some important sources of error in the plankton method". Unter der Planktonmethode versteht er das von Hensen 1887 in die Wissenschaft eingeführte Verfahren mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20 zu fischen, um auf Grund dieser Fänge eine quantitative Bestimmung des Auftriebs nach Volumen und Individuenzahl vorzunehmen. Untersuchungen über das Plankton eines Süsswassergebietes in Illinois haben Kofoid zu der Ueberzeugung gebracht, dass nicht nur jenes feine Seidenzeug zu diesem Zwecke viel zu weitmaschig ist, indem es bei weitem den grössten Theil des Auftriebs durchfiltriren lässt, sondern dass überhaupt ein Fischen mit Netzen für quantitative Untersuchungen nicht anwendbar erscheint, weil in Folge der während des Fanges eintretenden Verstopfung des Netzzeuges die Filtrationsgrösse sich fortwährend und in einer nicht kontrollirbaren Weise ändert. Es lässt sich daher von vornherein nicht genau feststellen, welche Wassermenge durchfischt ist und dadurch wird naturgemäss die Berechnung des Volumens und der Individuenzahl für die Flächen- oder Masseneinheit des Wassers noch unsicherer, als sie schon durch die Durchlässigkeit des Netzzeuges gemacht wurde. Unter diesen Umständen hält Kofoid die Planktonmethode für unbrauchbar und wünscht sie ersetzt durch die Verwendung von Pumpe, Schlauch und Filter.

Keine wissenschaftliche Methode ist von Anfang an abgeschlossen und vollendet; vielmehr treten erst durch die von ihr geschaffenen und nur durch sie erreichbar gewordenen Erfahrungen Mängel hervor, die zu einer Erweiterung der Grundlage und einer grösseren Genauigkeit der Untersuchungen zwingen. So wurden von Hensen zuerst nur die schwimmenden Fischeier einer quantitativen Untersuchung unterworfen und damit nur ein kleiner, allerdings sehr wichtiger Theil des Stoffwechsels im Meere einer exakten statistischen Forschung unterzogen. Hierbei ergab sich, dass in gleicher Weise auch die übrigen grösseren Formen des Auftriebs, wie die grösseren Copepoden sich in den Kreis der Untersuchungen aufnehmen liessen und erst mit der Verwendung der Müllergaze zeigte sich die Möglichkeit, auch auf die kleineren Formen die Beobachtungen auszudehnen und damit ein allerdings noch lückenhaftes, aber doch annähernd vollständiges Bild der gesammten Produktion des Meeres an organischer Substanz zu gewinnen. Wenn es sich daher, nachdem unsere Kenntniss von der Bedeutung der Auftrieborganismen und ihrem quantitativen Auftreten durch die Anwendung eben dieser Müllergazenetze eine sehr viel genauere geworden ist, allmählich herausstellt, dass auch jene kleinsten Formen, die noch durch dieses Netzzeug hindurchgehen und anfangs von nur geringer

Bedeutung für diese Untersuchungen erschienen, berücksichtigt werden müssen, so ist das nur ein natürlicher Entwickelungsgang der Methode, die damit zu einer immer grösseren Genauigkeit der Apparate und einer immer grösseren Vollständigkeit des Untersuchungsplanes geführt wird.

Beide Fehlerquellen, die Kofoid bespricht, sind von Anfang an (1887, Ueber die Bestimmung des Planktons, 5. Ber. Kommis. Unters. deutsch. Meere, p. 1—107) von Hensen selbst gewürdigt und bei dem Ausbau seiner Methode in Betracht gezogen. Aber es ist sicher ein Verdienst Kofoid's, dass er nicht nur eine Reihe exakter Prüfungen der Durchlässigkeit des Netzzeuges angestellt und eine Reihe anderer Filter und die Centrifuge auf ihre Anwendbarkeit für die quantitative Bestimmung des Planktons geprüft, sondern auch den Versuch gemacht hat, aus der Vergleichung der Ergiebigkeit der einzelnen Methoden die Grösse des Verlustes zahlenmässig zu bestimmen, welche der Fang bei jeder derselben erleidet. Doch ist sehr zu bedauern, dass Kofoid nur in diesem kurzen Berichte seine Resultate veröffentlicht hat und fast ausnahmslos nur die Prozentzahlen giebt, aber weder die Menge des im einzelnen Falle untersuchten Wassers, noch die absoluten Werthe der Volumina und Individuenzahlen anführt. Auch sind die Untersuchungsmethoden und Apparate zum Theil nicht hier, sondern in einer andern, aber nicht citirten Arbeit beschrieben (Plankton Studies I. Methods and Apparatus in use in Plankton Investigations at the biological experiment station of the University of Illinois. Bull. Illinois Stat. Laboratory Nat. Hist., vol. 5. 1897). Endlich sind die Untersuchungen in einem Süsswassergebiet von offenbar ganz abnormer Wasserbeschaffenheit angestellt, so dass eine Nachprüfung der Resultate in einem Gebiete von weniger abweichendem Charakter und vor allem im Meere sehr erwünscht erschien.

Von den beiden Fehlerquellen, welche Kofoid als schwerwiegend und den Gebrauch der Müllergazenetze für quantitative Untersuchungen unmöglich machend bezeichnet, ist jedenfalls diejenige, welche in der Weite der Netzmaschen begründet ist, die wichtigste. Die Verstopfung hingegen, welche der Fang während des Netzzuges bei Kofoids Versuchen hervorrief, hätte von ihm vermieden werden können und seine Vorwürfe gegen Hensen, der den von ihm berechneten Netzcoëfficienten „gleichmässig für alle Fänge verwendet ohne Rücksicht auf die Art des Fanges" zeigt, dass er die Methode in diesem Punkte durchaus missverstanden hat. Es ist von vornherein Hensens Ziel gewesen, die Netze so einzurichten, dass unter normalen Verhältnissen eine Verstopfung des Zeuges durch den Fang ausgeschlossen ist. Daher ist bei denjenigen Netzen, welche überhaupt für quantitative Untersuchungen bestimmt sind, die Oeffnung des Netzes klein und die filtrirende Netzfläche möglichst gross genommen. Es ist auch mit gutem Grunde bei dem für das an Plankton oft so reiche Süsswasser von Apstein konstruirten Netze die filtrirende Fläche 48 mal so gross wie die Eingangsöffnung, während sie bei dem im ärmeren Ozeanwasser verwendeten Netze Hensens nur um etwas mehr als das 28fache die letztere übertrifft. Ein Fang von 300 ccm. Volumen mit dem grossen Planktonnetz gefischt ist für das Meer bereits ein abnorm hoher Fang, der z. B. auf der Planktonexpedition selbst im planktonreichen Wasser des Nordens nicht erhalten wurde, dagegen ab und an in der Ostsee vorkommt. Würde ein solcher Fang ganz gleichmässig über die Netzwand ausgebreitet, doch so, dass nur das Fadenwerk bedeckt würde, die Maschen

aber frei blieben, so würde auf 1 qumm. derselben 0,1 cmm. Fang kommen. Nun ist aber das durch Absetzen im Wasser erhaltene Volumen durchaus nicht das wirkliche Volumen des Fanges; letzteres ist vielmehr erheblich kleiner, da die einzelnen Bestandtheile desselben sich nur locker übereinander schichten; ferner wird während des Fanges fortwährend die Netzwand von einem nach dem unteren Ende des Netzes gerichteten Strome bespült, der eine Ablagerung des Fanges möglichst verhindert und das Filtrat von der Netzwand fort in den Eimer zu führen sucht. Selbst bei einem so abnorm reichen Fange kann also höchstens die Filtration des Eimers durch die Masse, die sich in ihm sammelt, herabgesetzt werden; die Netzwand selbst wird aber keine Verstopfung erleiden.

Wenn also Kofoid bei seinen Untersuchungen eine ganz erhebliche Beeinträchtigung des Fanges durch Verstopfung der Netzwand beobachtete, so muss das seine besonderen Gründe haben, und diese sind leicht zu erkennen. In erster Linie war das Untersuchungsgebiet ein ganz flaches Süsswasserbecken, dessen Grund überall aus weichem Schlamme mit Detritus bestand und dessen Wasser daher bei der geringsten Bewegung sich trübte. Ferner entsprach das Netz seiner Grösse nach nur dem kleinen Auftriebnetze Apsteins, welches eigentlich nur für quantitative Untersuchungen verwendet wird, von Kofoid aber mit einem konischen Aufsatze, wie die quantitativen Netze, versehen war. Dieses Netz hatte eine Netzfläche, die nur 23 mal grösser war als die Eingangsöffnung und daher nothwendiger Weise in einem an Plankton, Detritus und Schlamm so reichem Wasser sehr viel leichter Gefahr laufen musste, durch Fang verstopft zu werden, als das Apstein'sche quantitative Netz mit seiner im Verhältniss zum Eingange doppelt so grossen filtrirenden Fläche. Zweifellos waren diese 2 Faktoren: Reichthum des Wassers an Schwebkörpern und die unzweckmässige Einrichtung des Netzes die Ursachen der Verstopfung. Auf jeden Fall aber lässt sich diese Gefahr durch einfache Verkleinerung der Eingangsöffnung oder Vergrösserung der Netzfläche beseitigen und es liegt hierin kein Grund von dem Gebrauche quantitativer Netze, die vor allen anderen Apparaten sehr grosse Vorzüge besitzen, abzusehen. Hensen hat gezeigt, dass man noch mit einem Netze, dessen Oeffnung nur 2,8 cm. Durchmesser hat, quantitativ fischen kann; hätte Kofoid bei seinem kleinen Netze von 1820—1850 qucm. filtrirender Wand eine solche Reduktion der Oeffnung ausgeführt, so hätte erstere das 300fache der Eingangsöffnung betragen, was sicher genügt hätte, jede Verstopfung zu verhindern. Schliesslich hätte er noch die Netzfläche vergrössern können und so leicht zu einer 800- oder 1000fachen filtrirenden Fläche kommen können. Natürlich werden aber mit der Verkleinerung des Einganges die Fänge selbst kleiner und daher ihr Abspülen und Sammeln erschwert. Richtiger ist es daher, in beiden Verhältnissen nicht zu weit zu gehen, und wahrscheinlich würde Kofoid schon mit dem mittleren Planktonnetz (14 cm. Durchmesser des Eingangs, 100 cm. Seitenlänge) günstige Resultate erhalten haben. Ist aber durch die Wahl eines passenden Netzes eine Herabsetzung der Filtration durch Verstopfung der Netzmaschen während des Fanges ausgeschlossen, so ist der nicht nur durch Rechnung sondern auch durch praktische Prüfung (Ergebnisse der Planktonexpedition, Methodik der Untersuchungen, 1895) gefundene Coëfficient des Netzes für alle Fänge gleich gültig, einerlei wie die Masse und Zusammensetzung derselben sich macht.

BIBLIOTECA BIOLOGICA

Von viel grösserer Bedeutung als diese Fehlerquelle, die nicht der Methode sondern nur Kofoids Gebrauche der quantitativen Netze anhaftet, ist die zweite: die Durchlässigkeit des Netzzeuges für einen sehr erheblichen Theil der im Wasser lebenden Organismen. Nach Kofoid soll der Verlust an Plankton, den der Fang dadurch erleidet, nicht weniger als 50% und unter Umständen sogar 98% der Masse, die noch durch feinste Filter zurückgehalten werden, betragen. Man würde mit den Hensenschen Netzen also höchstens die Hälfte der wirklich vorhandenen Masse fangen, meist aber viel weniger und ab und an nur $^2/_{10}$! Die Art, wie Kofoid diesen Nachweis führte, ist folgende.

Ein conisches Netz aus Müllergaze Nr. 20 von etwa derselben Grösse wie das mittlere quantitative Netz von Apstein (Seitenlänge des Netzes 92 cm, Oeffnung des Netzes unterhalb des Aufsatzes 33 cm Durchmesser) wird neben dem Boot durch einen Rahmen so schwimmend gehalten, dass nur ein oberer Rand von etwa 8 cm Breite vom filtrirenden Netzzeuge über das Niveau des Wassers emporragt, der übrige Theil des Netzes aber mit dem Eimer unter Wasser sich befindet und vertikal hinunterhängt. Der undurchlässige Aufsatz ist an seiner Spitze mit einem Schlauche verbunden, der das mittelst der Pumpe geschöpfte Wasser in das Netz hineinführt. Um den Druck, mit dem hier das Wasser einströmt (in 1 Sekunde etwa $1^1/_2$ Liter) herabzusetzen, ist genau unter der Einmündung des Schlauches in den Aufsatz ein kleinerer Conus aus Metall befestigt, an dem das Wasser sich bricht und hinunterläuft. Um den Druck noch weiter zu verringern und gleichmässiger zu vertheilen, ist ferner in dem Netz ein inneres Netz aus Müllergaze Nr. 12 mit etwa 3 cm Abstand seiner Wand von der des äusseren Netzes aufgehängt; sein unteres Ende ist offen gelassen, damit etwa an seinen Wänden haften gebliebene Masse leicht in das äussere Netz und dessen Eimer hinabgespült werden kann.

Ist eine bestimmte Wassermenge mittelst dieses Netzes filtrirt, so wird an demselben Orte die gleiche Wassermenge mit der Pumpe geschöpft und ihr Inhalt auf andere Weise geprüft. Kofoid hat Sandfilter (Sedgwick-Rafter), Filter aus gehärtetem Papier von Schleicher & Schüll, Kieselguhrfilter (Berkefeld) und die Centrifuge angewandt und die Fänge, die er so erhalten, nach Volumen und Zahl der Organismen mit denjenigen Fängen verglichen, welche das oben beschriebene Netz aus einer gleich grossen Wassermenge zurückgehalten hat. Die Resultate waren folgende: wenn die Zahl der Individuen, welche das Kieselguhrfilter lieferte, gleich 100 gesetzt wird, so hielt die Centrifuge „zuweilen“ 98, das Papierfilter 75—85, das Sandfilter 40—65, die Müllergaze aber nur $^1/_{10}$—5 Individuen, ja zuweilen noch weniger zurück. Setzt man ebenso das Volumen des mit Papierfiltern erhaltenen Fanges gleich 100, so ergab das Netz nur eine Masse von 2,2—50. Nur die grösseren Formen wie die Entomostraken und die stattlicheren Arten und Individuen unter den Räderthieren und Protozoen werden ausreichend von der Müllergaze zurückgehalten; von allen kleineren Organismen geht ein mehr oder weniger bedeutender Bruchtheil verloren, von den kleinsten bei Weitem die Mehrzahl. Selbst von *Codonella,* meint Kofoid, möchten von 22 vielleicht nur 1 Exemplar gefangen werden, das wäre ein Verlust von 99%.

Es hat schon Brandt in seiner Arbeit „Ueber den Stoffwechsel des Meeres“ (Rede beim Antritt des Rektorates, Kiel 1899) ausführlich dargelegt, dass auch hier der Vorwurf, den

Kofoid Hensen und seinen Schülern macht, sie hätten diese Fehlerquelle „ohne sie zu prüfen, verkleinert oder ignorirt", völlig unbegründet ist. Eine aufmerksame Lektüre von Hensens Arbeiten würde ihm sofort seinen Irrthum gezeigt haben. Man darf aber solch schwerwiegende Vorwürfe nur erheben, wenn man sich auf das Sorgfältigste vorher vergewissert hat, dass dieselben berechtigt sind. Ich will mich hier darauf beschränken, einige weitere besonders markante Stellen anzuführen, da das Wichtigste bereits von Brandt gesagt ist. In der ersten grossen Arbeit über das Plankton, die 1887, also genau 10 Jahre vor Kofoids Aufsatz erschien, sagt Hensen p. 14: „Durch die Gaze Nr. 20 gingen durch: Rhizosolenien, *Pyxilla,* kleine Coscinodiscen, Tintinnen, *Dinophysis, Prorocentrum* und *Diotyocha*"; p. 67 wird ferner auch für ein Räderthier *(Brachionus plicatilis)* die Vermuthung ausgesprochen, dass es „häufig durch das Netz gegangen sein" dürfte. In demselben Werke heisst es dann p. 78 über *Prorocentrum micans:* „Von dieser kleinen Form sind sicher eine ganze Anzahl, wohl bei weitem die Mehrzahl, durch das Netz gegangen; ich habe im September und Oktober gesehen, dass das Wasser aus dem Netz roth ablief und dass die Färbung lediglich von den durchschlüpfenden *P. micans* herrührte." Und einige Zeilen weiter wird von *Diotyocha* gesagt: „Die Formen sind zu klein, um irgend entsprechend den wirklichen Zahlen mit dem Verticalnetz gefangen zu werden." Endlich sagt Hensen p. 10: „Für den Fang des allerkleinsten Planktons reicht selbst noch die Marcelline nicht aus, hier wird man einen Satz von Mikromembranfiltern nehmen müssen, um damit das an Deck geholte Wasser zu filtriren." Hensen hat also garnicht geglaubt, dass er mit seinen Netzen alle Individuen fange, vielmehr sagt er ausdrücklich (p. 71), dass die durch Zählung der Fänge gewonnenen Werthe „je nach der Spezies eine sehr verschiedene Bedeutung" haben, „die Prorocentren hätten z. B. alle durch das Netz gehen müssen, die Dinophysis zum grossen Theil, während *Ceratium tripos* kaum durch das Netz hat kommen können."

Vielmehr war das Ziel Hensens, eine Methode zu schaffen, durch welche man rasch genügend sicheren Aufschluss über die Masse (= Volumen) des Auftriebs erhielt und durch welche diese Masse dann möglichst genau nach chemischer und systematischer Hinsicht analysirt werden konnte. Keine Methode kann aber mit einem Apparate Alles fangen, was im Meere vorhanden ist. Für grössere Tiefen sind nur Netze fähig in kurzer Zeit eine genügende Quantität von Wasser zu filtriren und auf die Durchfischung vertikaler Wassersäulen entweder vom Grunde des betreffenden Wasserbeckens oder aber von 400—600 m Tiefe ab, kam es bei einer quantitativen Bestimmung der Produktion des Wassers an. Die Aufgabe war also, ein Netzzeug zu finden, das rasch das Wasser filtrirte und doch so engmaschig war, dass von den kleineren Formen nicht so viel durchschlüpfen konnten, dass ein erheblicher Verlust an Masse stattfand und auf der anderen Seite das Netz so gross zu machen, dass auch von den grösseren oder schnelleren Thierformen nur ein unbedeutender Verlust zu erwarten war. Will man aber die grossen Planktonthiere wie die grösseren Medusen, Siphonophoren, Ctenophoren, Salpen und Pyrosomen fangen, so muss man ebensogut sich besonderer Apparate bedienen, wie wenn man die allerkleinsten Formen der Organismen wie Prorocentren und Silicoflagellaten in genügend vollständiger Zahl fangen will. Der nothwendige Verlust, der durch diesen Ausfall

eintritt, würde indessen nur dann das Resultat werthlos machen, wenn das Verhältniss dieser 3 Organismengruppen nach Masse und Bedeutung völlig unregelmässig schwankte und bald diese bald jene Gruppe die Führung übernähme. Nach dem, was man darüber wusste, war das indessen durchaus nicht der Fall. Die grossen Formen kommen zwar zeitweise in grossen Schaaren vor, aber ihr Auftreten ist dann räumlich, vor allem in vertikaler Richtung, so beschränkt, dass ihre Bedeutung für die Masse des Auftriebes nur eine geringe ist und gegenüber den überall verbreiteten Formen mittlerer Grösse meist sehr zurücktritt. Und das Gleiche musste man bis vor Kurzem auch von den kleinsten Formen annehmen, nachdem die Untersuchung des durch das Netzzeug geflossenen Wassers sowie Filtrationen, die Hensen mit dichtem Seidenzeug und Mikromembranfiltern ausführte, allerdings einige neue Formen aber nur so wenig Material ergeben hatten, dass ihnen irgend ein Einfluss auf die Masse des Auftriebs überhaupt nicht zukommen konnte (loc. cit. p. 93). Immerhin schätzte Hensen den Verlust, den der Fang durch Entschlüpfen kleinster Organismen erfährt auf 0,1, im Maximum auf 0,3 der Masse und auch Brandt zieht aus seinen Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Auftriebs (Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons, Wissensch. Meeresuntersuch. Bd. 3 1898) den Schluss, dass der Verlust selbst im Maximum weniger als die Hälfte des Fanges beträgt. Ist das aber richtig, so repräsentirt die Masse von Organismen, welche das Planktonnetz fängt, trotz dieses nothwendigen Verlustes die „eigentliche Hauptproduktion des Meeres". Die kleinsten wie die grösseren Formen, die das Netz nicht mehr fängt, können unter gewöhnlichen Verhältnissen nur einen Bruchtheil ihrer Masse darstellen und nur in seltenen Fällen auf $^1/_2$ oder gar die gleiche Masse sich erheben. Für die Bestimmung der Produktion reicht aber ein solcher Grad der Genauigkeit aus. Der Gang derselben, wie ihn die Fänge mit dem Netz uns darstellen und wie er in Wirklichkeit im Meere sich abspielt, weichen dann so wenig von einander ab, dass der erstere als hinreichend genauer Ausdruck der Thatsachen betrachtet werden kann. Die jahreszeitlichen und geographischen Unterschiede sind stets erheblich grösser als diese wahrscheinlichen Fehler der Methode, wie eine Betrachtung der Volumenkurve für die Planktonexpedition und den Kieler Hafen sofort zeigt. Bestätigen sich allerdings Kofoids Resultate, so würde unstreitig eine Verbesserung der Methode gesucht werden müssen. Denn wenn Hensens Netz in manchen Fällen nur den 40. Theil des wirklichen Volumens fängt, kann diese Fischerei selbstverständlich keine brauchbaren Resultate liefern.

Kofoids Untersuchungen sind im Süsswasser angestellt; es ist möglich, dass hier die kleinsten Formen eine grössere Rolle spielen als im Meere. Auf jeden Fall schien es aber dringend erwünscht zunächst für das Meer, dessen Stoffwechsel zweifellos ein ungleich grösseres wissenschaftliches Interesse bietet als der des Süsswassers und auf welches ursprünglich die Hensen'sche Methode angewandt war, ebenfalls eine genaue Prüfung der Durchlässigkeit der Müllergaze Nr. 20 vorzunehmen. Ich habe daher im Auftrage der Königlich preussischen Kommission zur Untersuchung deutscher Meere von Herbst bis Frühjahr 1899/1900 in der Kieler Bucht eine Reihe von Untersuchungen hierüber ausgeführt, deren Ergebnisse jetzt, soweit sie sich bereits übersehen lassen, dargelegt werden sollen.

Ein Nachweis dessen, was wirklich während des Fischens durch Hensens Netze hindurch geht, wäre nur so zu führen, dass man aus derselben Wassersäule, die während eines Vertikalzuges mit dem Netze durchfischt ist, nach der von Kofoid angewendeten Methode mit Schlauch und Pumpe Wasser schöpft und mit feineren Filtern behandelt. Das könnte so geschehen, dass beide Fänge durchgezählt und aus der Zahl derjenigen Organismen, welche sicher nicht mehr die Maschen der Müllergaze passiren, aber auch noch vollständig mit dem Schlauche gefangen werden, die Wassermenge bestimmt wird, welche das Netz filtrirt hat. Ein solcher Organismus ist in ausgezeichneter Weise *Ceratium tripos*. Es können dann die für beide Fänge gewonnenen Zahlen auf die gleiche Wassermenge umgerechnet und direkt mit einander verglichen werden. Bei jeder anderen Methode weichen die Verhältnisse, unter denen die Filtration durch die Müllergaze stattfindet, derart von den beim Netzzuge vorhandenen ab, dass ein unmittelbarer Vergleich nicht möglich ist. Leider bin ich zu dieser Erkenntniss erst am Schluss meiner Untersuchungen in der Kieler Bucht gekommen, bin aber jetzt im Mittelmeer mit der Anwendung dieser Methode beschäftigt und hoffe demnächst über die Resultate derselben berichten zu können.

Nach den Untersuchungen Hensens findet bei einem Vertikalzuge mit seinen Netzen bei der Zuggeschwindigkeit von 0,5 m in 1 Sekunde ein Druck auf das Zeug statt, der jedenfalls geringer als 12 mm ist und es filtrirt in 1 Sekunde durch 1 Quadratcentimeter Netzwand etwa 1 Kubikcentimeter Wasser[1]).

Bei Kofoids Versuchen filtrirte hingegen, wenn man die Leistungsfähigkeit seiner Pumpe der Rechnung zu Grunde legt, nur $^1/_3$ ccm in 1 Sekunde durch die gleiche Netzfläche, vorausgesetzt, dass wirklich die ganze Wand seines Netzes an der Filtration des Wassers theilnahm und nicht, wie mir denkbar erscheint, der grösste Theil des zuströmenden Wassers direkt durch den oberen Rand der Netzwand das Zeug passirte. Die Schwierigkeit möglichst gleiche Verhältnisse wie beim Netzzuge herzustellen, beruht wesentlich darauf, dass man, wenn die Filterfläche gross genommen wird, eine zu grosse Wassermenge pro Sekunde auf dieselbe bringen muss, und dass, wenn sie so klein gemacht wird, um bequem das genügende Wasser schaffen zu können, in ganz kurzer Zeit (wenigstens in der Ostsee) Verstopfung eintritt. Dies muss aber selbstverständlich vermieden werden, da dadurch das Resultat ganz unbrauchbar wird.

Nach mancherlei vergeblichen Versuchen bin ich schliesslich bei der von mir zuerst angewandten, allerdings sehr primitiven Art des Filtrirens stehen geblieben, das Wasser durch einen Müllergazetrichter zu giessen und frei, durch die Luft in die Papierfilter laufen zu lassen. Der Trichter, der an einem breiten Ringe aus Zinkblech angenäht war, hatte ungefähr die Form der Planktonnetze; sein unteres Ende war offen und liess sich durch ein kleines cylindrisches Gläschen mit wulstigem Mündungsrande als Sammelgefäss verschliessen. Aus einem Litergefäss wurde das von der Oberfläche des Meeres geschöpfte Wasser eingegossen; hierdurch fiel das Wasser mit erheblicher Kraft auf die Netzwand oder das in dem Trichter enthaltene Wasser,

[1]) Nach Hensen filtrirt das grosse Planktonnetz der Expedition in 1 Sek. 27,8 kg Wasser (p. 100 Methodik) oder 27 Liter; da seine filtrirende Fläche 28313,4 qcm beträgt, passirt in 1 Sek. 0,95 ccm Wasser 1 qcm Zeug. Nach den Experimenten über die Filtration des Netzzeuges würde diese Wassermenge schon bei einem Druck von nur 4 mm durch das Netzzeug der Expedition gegangen sein.

BIOLOGICAL

so dass der Druck unter dem die Filtration stattfand, nothwendiger Weise erheblich grösser als beim Netzzuge war; durch die Trichterform des Apparates und die steten Eingüsse neuen Wassers wurde ferner jeder Belag der Wand mit Fang verhindert und dieser energisch in das Gläschen hinabgespült. Ich musste also bei diesem Verfahren einen maximalen Durchtritt von Organismen durch die Müllergaze erhalten und alle Formen, die auch hierbei noch in ausreichender Weise von dem Netzzeuge zurückgehalten werden, müssen unbedingt bei den quantitativen Netzzügen vollständig oder doch fast vollständig gefangen werden. Sie zeigen also, was überhaupt durch Müllergaze Nr. 20 hindurch schlüpfen kann und werden etwa den Verhältnissen entsprechen, wie sie bei dem Fischen mit dem kleinen Apstein'schen Oberflächennetze vom geruderten Boote aus sich machen werden.

Das durch die Müllergaze filtrirte Wasser wurde darauf ein 2. Mal durch „gehärtete Filter" von Schleicher & Schüll filtrirt und der Rückstand nach Durchstossen des Filters mit einem feinen Messer oder einer Impflanzette in ein Glas mit Formol gespült. Hierdurch wurde vermieden, dass die Verschiedenheit im Planktongehalt des zu verschiedener Zeit von der Oberfläche geschöpften Wassers das Resultat beeinflusste und es war möglich durch einfache Addition des Müllergaze- und Filterrückstandes den wahren Planktongehalt der untersuchten Wassermasse zu finden. Die Filter lassen sich sehr gut abspülen und sind ausserordentlich fest. Um möglichst grosse Wassermassen schnell untersuchen zu können, habe ich stets Faltenfilter von 50 cm Durchmesser verwandt. Im Uebrigen lieferten in der Ostsee schon 30 Liter meist eine brauchbare Menge Material; über 78 Liter bin ich nie hinausgegangen, da die Filtration sonst zu lange Zeit in Anspruch nimmt.

Das Abspülen des Fanges sowohl von der Müllergaze wie von den Papierfiltern geschah nur mit solchem Meerwasser, das durch Kieselguhrfilter vorher gereinigt und daher organismenfrei war.

Neben diesen Papierfiltern habe ich wie Kofoid auch eine Reihe anderer Filter und die Centrifuge probirt. Mit letzterer war es mir indessen völlig unmöglich auch nur die feineren Diatomeen wie *Sceletonema* zum Absetzen zu bringen, so dass ich sie sofort aufgab. Die Berkefeld-Kieselguhrfilter würden von allen Mineralfiltern wegen ihrer verhältnissmässig grossen Leistungsfähigkeit sich noch am ersten für die vorliegenden Untersuchungen eignen, wenn sich der Fang sauber vom Filter entfernen liesse. Die Filtermasse ist aber so wenig widerstandsfähig, dass der Fang um ein Vielfaches durch die vom Filter losgelösten sehr feinen Partikelchen übertroffen wird und gradezu unter diesen verloren geht. Dazu kommt, dass die Aussenfläche der Filterkerze durchaus nicht glatt, sondern porös ist und man nie sicher sein kann aus diesen feinsten Furchen und Grübchen allen Fang entfernt zu haben. Für quantitative Untersuchungen ist daher leider dieses Filter ganz unbrauchbar. Eine Reihe anderer Filter aus härteren und zum theil auch glatten Thonsorten hatten eine so ausserordentlich geringe Leistungsfähigkeit, dass ihre Verwendung dadurch ausgeschlossen war.

So blieben also schliesslich nur die Papierfilter übrig, die zwar nach Kofoids Süsswasseruntersuchungen noch unter Umständen $^1/_4$ der Individuen durchgehen lassen, welche mit den Kieselguhrfiltern gefangen werden. Doch können dies selbstverständlich nur die allerkleinsten Formen sein und auch von ihnen muss, da die Filtermasse im Allgemeinen einem dichten

gepressten Filze aus Papierfasern gleicht und nur hier und da an lockern Stellen, wo weniger Fasern übereinander liegen, die Möglichkeit gegeben ist, dass ein lebhaft schwimmendes Wesen dem filtrirenden Wasser folgend sich durch das Filzwerk hindurcharbeitet, die Mehrzahl auf dem Filter zurückbleiben. Es zeigt diese Angabe Kofoids daher sehr deutlich, wie enorm hoch in seinem Forschungsgebiete die Zahl der kleinsten Flagellaten gewesen sein muss. Auf die Masse des Fanges kann ein solcher Ausfall natürlich garkeinen Einfluss ausüben und auch die Individuenzahl der einzelnen Arten wird nur für diese wenigen, allerkleinsten Formen um einen Bruchtheil geändert, für alle anderen aber unberührt bleiben.

I. Fänge im Hafen.

Nr.	Datum	Ort	Untersuchte Wassermasse	Volumen des Fanges			Volumen für 1 Kbm			% der Summe	
				1. Müller-gaze	2. Filter	3. Summe	1. Müller-gaze	2. Filter	3. Summe	1. Müller-gaze	2. Filter
1.	28. X. 99	Hafen	38 L.	0,5 ccm	1,1 ccm	1,6 ccm	13,1 ccm	28,9 ccm	42,0 ccm	31,2 %	68,8 %
2.	2. XI. „	„	76 „	0,45 „	0,75 „	1,2 „	5,9 „	9,8 „	15,7 „	37,5 „	62,5 „
3.	8. „ „	„	76 „	0,75 „	0,6 „	1,3 „	9,8 „	7,8 „	17,6 „	55,5 „	44,5 „
4.	15. „ „	„	76 „	0,45 „	0,7 „ [2]	1,1 „	5,9 „	9,2 „ [2]	15,1 „	39,1 „	60,9 „
5.	27. „ „	„	38 „	0,25 „ [1]	0,45 „	0,7 „	6,5 „ [1]	11,8 „	18,3 „	35,7 „	64,3 „
									Durchschnitt	39,8 %	60,2 %

II. Fänge ausserhalb des Hafens.

Nr.	Datum	Ort	Untersuchte Wassermasse	Volumen des Fanges			Volumen für 1 Kbm			% der Summe	
				1. Müller-gaze	2. Filter	3. Summe	1. Müller-gaze	2. Filter	3. Summe	1. Müller-gaze	2. Filter
1.	28. X. 99	Glockenboje	76 L.	0,7 ccm	0,7 ccm	1,4 ccm	9,2 ccm	9,2 ccm	18,4 ccm	50,0 %	50,0 %
2.	2. XI. „	Stollergrund-Feuerschiff .	76 „	0,5 „	0,6 „	1,1 „	6,6 „	7,9 „	14,5 „	45,5 „	54,5 „
3.	8. „ „	Stollergrund	76 „	0,9 „	0,8 „	1,7 „	11,8 „	10,5 „	22,3 „	52,9 „	47,1 „
4.	15. „ „	Laboe-Friedrichsort . . .	76 „	1,1 „	0,9 „	2,0 „	14,5 „	11,8 „	26,3 „	55,1 „	44,9 „
5.	27. „ „	Gasboje	38 „	0,45 „	0,55 „	1,0 „	11,8 „	14,5 „	26,3 „	44,9 „	55,1 „
6.	6. XII. „	N. Friedrichsort	38 „	0,9 „ [1]	1,0 „	1,9 „	23,7 „ [1]	26,3 „	50,0 „	47,4 „	52,6 „
7.	13. „ „	Boje „Kiel 2“	38 „	0,05 „	0,2 „	0,25 „	1,3 „	5,3 „	6,6 „	19,7 „	80,3 „
8.	10. I. 00	Vor dem Grasberge . . .	38 „	0,2 „ [1]	0,2 „	0,4 „	5,2 „ [1]	5,2 „	10,4 „	50,0 „	50,0 „
9.	20. „ „	Bülk-Eckernförder Bucht .	38 „	0,3 „ [1]	0,4 „	0,7 „	7,9 „ [1]	10,5 „	18,4 „	42,9 „	57,1 „
10.	21. II. „	Boje „Kiel 2“	38 „	0,2 „ [1]	0,15 „	0,35 „	5,2 „ [1]	3,9 „	9,1 „	57,1 „	42,9 „
11.	27. III. „	Laboe-Friedrichsort . . .	38 „	1,75 „	3,85 „	5,6 „	46,0 „	101,3 „	147,3 „	31,2 „	68,8 „
		„ „ . . .	38 „	0,3 „	2,1 „	2,9 „	7,9 „	68,5 „	76,4 „	11,5 „	88,5 „
12.	5. V. „	Stollergrund	36 „	1,5 „	0,6 „	2,1 „	41,7 „	16,7 „	58,4 „	71,4 „	28,6 „
13.	2. VI. „	„	30 „	0,15 „ [1]	0,15 „	0,3 „	5,0 „ [1]	5,0 „	10,0 „	50,0 „	50,0 „
									Durchschnitt	45,0 %	55,0 %

[1]) Schlecht abgesetzt, daher in Wirklichkeit Volumen etwas kleiner.
[2]) Etwas verloren gegangen, daher Volumen in Wirklichkeit grösser.

Was nun zunächst die Volumina betrifft, die ich mit dieser Methode in der Kieler Bucht erhielt, so ergaben dieselben, dass hier im Durchschnitt etwas mehr als die Hälfte aller im Wasser enthaltenen Schwebkörper (Organismen, Detritus, Sandkörnchen) durch die Müllergaze hindurchtritt und erst vom Papierfilter zurückgehalten wird. In der vorstehenden Tabelle habe ich alle Volumenbestimmungen zusammengestellt, oben für die im Hafen ausgeführten Fänge, unten für die ausserhalb Friedrichsort an verschiedenen Punkten der Bucht gemachten Beobachtungen. Für jeden Fang ist die untersuchte Wassermenge, das direkt durch 24stündiges Absetzen gefundene Fangvolumen, das daraus für den Kubikmeter berechnete Volumen und schliesslich der Prozentsatz angegeben, den der Rückstand auf der Müllergaze und dem Papierfilter von dem Gesammtfange ausmacht. Der reichste Fang ist am 27. März gemacht (147,3 ccm in 1 cbm Wasser), der ärmste am 13. Dezember (6,6 ccm in 1 cbm Wasser). Wenn eine Verstopfung der Müllergaze eingetreten wäre, so müsste der Prozentsatz des Müllergazeverlustes mit der Abnahme des Gesammtvolumens naturgemäss wachsen und umgekehrt abnehmen, je grösser die Masse des Fanges war. Eine solche Abhängigkeit ist aber keineswegs vorhanden. Der kleinste Fangverlust war 28,6% (etwas mehr als $^1/_4$), der grösste belief sich auf 88,5% (also mehr als $^4/_5$), der Durchschnitt war 57,6%. Der Verlust erscheint also in der That erheblich genug, wenn er auch nicht so enorm ist, wie ihn Kofoid im Süsswasser in Illinois fand, wo er unter 50% überhaupt nicht sank und bis auf 98% anstieg. Hierbei ist aber noch zweierlei zu bemerken. Erstens ist beim Netzzuge der Fangverlust, wie oben gezeigt wurde, kleiner und zweitens wird die Masse, welche das Netzzeug passirt, keineswegs nur aus Organismen gebildet, sondern besteht, wie auch Kofoid für seine Fänge betont, zu einem erheblichen Theile aus todtem Materiale: Detritus, bei bewegter See auch kleinsten Sandkörnchen, Schlicktheilchen u. s. w. Diesen fremden Bestandtheil des Fanges von den Organismen zu trennen, ist leider unmöglich. Er findet sich auch den Müllergazefängen beigemischt, aber wegen seiner Feinheit geht er zum allergrössten Theil durch die Maschen derselben durch und erlangt eine immer grössere Bedeutung je feiner die angewendeten Filter sind. Wird schon hierdurch die Volumenbestimmung des Filterrückstandes mit einem Fehler behaftet, so kommt ein 2. durch die verschiedene Art des Absetzens der Müllergaze- und Filterfänge hinzu. Das gröbere Material der ersteren setzt sich locker ab, während das sehr feinkörnige der letzteren sich ganz dicht und gleichmässig niedersetzt. Bei gleicher wirklicher Masse wird daher immer der Filterfang kleiner erscheinen als der Müllergazefang. Diese beiden Fehler, die nicht zu vermeiden sind, stören die Volumenbestimmung ausserordentlich. Da beide in entgegengesetztem Sinne wirken, indem der Detritus das Volumen des Filterrückstandes erhöht, die Feinkörnigkeit des Materiales dasselbe verringert, so wird sich vielleicht hier und da die Wirkung derselben ausgleichen. Aber eine Kontrolle ist kaum möglich und die Genauigkeit der Bestimmung leidet sehr darunter.

Uebrigens macht sich der Einfluss des Detritus bei einem Vergleich der Fänge aus dem Hafen mit denen aus der Bucht ziemlich deutlich bemerkbar. Da er wegen seiner Feinheit meist die Müllergaze passirt, muss in detritusreichem Wasser der Filterrückstand wachsen, und in der That ist er im Hafen im Durchschnitt 5% höher als in dem reineren Wasser weiter draussen. Es ist daher verständlich, dass Kofoid in dem flachen und abnorm schmutzigen

Wasser in Illinois einen noch höheren Filterrückstand fand, und es lässt sich anderseits erwarten, dass der Filterrückstand, je weiter man sich von der flachen Küste entfernt und auf tiefes Wasser oder auf die offene See begiebt, um so mehr sinken und um so klarer das wirkliche Verhältniss zwischen dem Volumen der Müllergaze- und Filterfänge herauskommen wird, da hier die Menge der todten Schwebstoffe nur verschwindend sein dürfte.

Abgesehen von der Grösse des Verlustes den der Fang mit Müllergaze erleidet, interessirt vor allem, ob durch denselben die Kurve der jährlichen Planktonproduktion wesentlich verändert wird. Um dies zu prüfen, sind unten auf der nebenstehenden Tafel die Volumina für 1 cbm. Oberflächenwasser nach den ausserhalb des Hafens gemachten Fängen in einer Kurve dargestellt, die in ihrem unteren roth gehaltenem Theile den Antheil angiebt, den der Müllergazerückstand an dem Gesammtfange gehabt hat, während der Antheil des Filterrückstands blau gefärbt erscheint. Die Grenzlinie zwischen Roth und Blau würde also etwa die durch ein Müllergazenetz ermittelte Kurve repräsentiren, während die äussere Begrenzungslinie des Blau, annähernd den wirklichen Planktongehalt des Wassers darstellen würde. Man sieht nun sofort, dass beide Kurven nur in der Höhe merkbar von einander abweichen, in ihrem Verlauf aber genau mit einander übereinstimmen. Die Kurve des Gesammtvolumens bringt nur schärfer zum Ausdruck, was die Kurve der Müllergazefänge schon enthält. Auch die Fänge, in denen der Fangverlust abnorm hoch war, ändern in dem Verlauf der Kurve nichts wesentliches, wie ein Vergleich der oberen Kurve A, in der das prozentische Verhältniss der beiden Theile jeden Fanges zu einander dargestellt ist, mit der Kurve B. zeigt.

Erlaubt das Fangvolumen nur ganz im Allgemeinen ein Urtheil über den Reichthum eines Gebietes und den Verlauf der Produktion in demselben, so giebt die Zählung der Individuen der einzelnen Arten, welche das Volumen bilden, erst die Möglichkeit, genaueren Einblick in die Art der Produktion zu erhalten, vor allem Produzenten und Konsumenten von einander zu trennen, Vermehrungs- und Vernichtungswerthe für die einzelnen Arten zu ermitteln und den verwickelten Beziehungen der verschiedenen Formen zu einander nachzugehen. Gleichzeitig giebt die Zählung so werthvolle Resultate für die Systematik, geographische Verbreitung und Abhängigkeit der Organismen von den äusseren Existenzbedingungen, dass gerade dieser Theil der Methodik eine immer grössere Bedeutung erlangt hat. Es ist daher sicher von der höchsten Wichtigkeit zu prüfen, ob Kofoids Behauptung, dass die mit den Müllergazenetzen erhaltenen Individuenzahlen so unvollständig sind, dass sie zu falschen Schlüssen führen müssen, richtig ist oder nicht. Es ist schon gezeigt, dass Hensen von vornherein zweierlei betont hat:

1. dass eine Reihe kleiner Formen unvollständig oder fast garnicht gefangen werden und dass man daher
2. für die Untersuchung aller oben berührten Fragen diese Unvollständigkeit immer im Auge behalten und die Zahlen für die verschieden grossen Arten nicht in gleicher Weise verwerthen darf. Es ist aber
3. für diejenigen Fragen, welche die Produktion des Meeres betreffen, immer die Masse von entscheidender Bedeutung, welche ein Organismus an Nährsubstanz repräsentirt.

Daher kommt es hierbei wenig darauf an, ob die Zahlen für die kleineren Organismen selbst um die Hälfte zu klein sind oder ob die eine oder andere Art sogar ganz ausfällt. Für die übrigen Fragen können solche Fehler dagegen bedeutungsvoll werden, so z. B. für die Feststellung der Vermehrungsgrösse.

Auf jeden Fall ist es nothwendig eine klare Vorstellung davon zu gewinnen, was mit der Müllergaze noch gefangen werden kann, was verloren geht und womöglich welcher Bruchtheil angenähert von jeder gezählten Art gefangen wird. Stellt sich dann heraus, dass der Verlust erheblicher ist, als bisher angenommen wurde, so wird man allerdings eine Ergänzung oder Verfeinerung der Fangmethode suchen müssen, wie das Kofoid in seiner Arbeit gethan hat.

Einen ersten Anhalt für den Fangverlust, den die einzelnen Planktonformen durch die Müllergaze erleiden, giebt nebenstehende Analyse eines Fanges, der am 8. November 1899 auf dem Stollergrunde gemacht wurde, indem ich 76 Liter Oberflächenwasser erst durch Müllergaze Nr. 20 und darauf durch gehärtete Papierfilter laufen liess. Es sind 52 Formen unterschieden und für jede derselben ist die Individuenzahl sowohl für den Müllergaze- wie für den Filterfang angegeben und aus beiden die Gesammtzahl für die ganze Wassermasse berechnet. Ausserdem ist der Prozentsatz angegeben, der von jeder Art auf der Müllergaze von der Gesammtzahl zurückgehalten wurde und der verloren ging, also auf dem Filter sich fand. Endlich sind die Formen in grössere Gruppen geordnet und für diese die gleichen Zahlen und Prozentsätze berechnet.

Nach Kofoid hatte die Müllergaze in seinen Versuchen nur 0,1—5 Individuen zurückgehalten, wenn die Papierfilter in derselben Wassermenge 75—85 nachgewiesen hatten; es waren mithin durchschnittlich nur 3,2 % (!) zurückgehalten, wenn man, wie hier geschieht, die Papierfilter als feinstes Filter verwendet und ihren Fang als wirklichen Ausdruck der Planktonmasse ansieht. Ein so grosser Verlust wurde in meinen Versuchen nur bei den allerkleinsten Formen gefunden wie bei *Prorocentrum micans* und den kleinsten Coscinodiscen; schon *Dictyocha (Distephanus)* hat einen erheblich geringeren Verlust. Es zeigt das von Neuem, wie sehr in dem von Kofoid untersuchtem Wasser die kleinsten Algen und Protozoenformen alle anderen Arten überwogen haben müssen, ein Verhältniss, das für das Meer jedenfalls ganz ungewöhnlich ist und wahrscheinlich auch für das Süsswasser nicht immer so ausgeprägt sein wird. In dem hier analysirten Fange, der beliebig aus der Reihe der Fänge herausgegriffen ist, betrug der Verlust an Individuen nur 43½ %, es waren also mehr als die Hälfte aller Individuen von der Müllergaze zurückgehalten. Allerdings giebt das, wie Brandt ganz richtig Kofoid gegenüber hervorhebt, über die eigentliche Bedeutung des Verlustes gar keinen Aufschluss. Es kommt eben wesentlich darauf an, was für Individuen durchgehen und welche Bedeutung die am meisten betroffenen Arten für das Gesammtbild des Fanges haben. Von mehreren Formen ist zunächst kein einziges Individuum von der Müllergaze zurückgehalten; es sind das

1. die Auxosporen von *Chaetoceras* (25250 Ind. i. Fang),
2. kleine *Naviculaceen* (1500 Ind. i. Fang).
3. *Dinophysis rotundata* (833 Ind. i. Fang).
4. Junge Larven mit Wimperring (23 μ D), (214 Ind. i. Fang).

Gehalt an Organismen von 76 Litern Oberflächenwasser, das am 8. November 1899 am Stollergrund geschöpft und zunächst durch Müllergaze Nr. 20 und darauf durch gehärtete Papierfilter filtrirt wurde.

A. Pflanzen.	Individuenzahl im Fang mit Müllergaze	Individuenzahl im Fang mit Filter	Individuenzahl im ganzen Fange	% der Zahl für den Fang mit Müllergaze	% der Zahl für den Fang mit Filter
I. Diatomeen.					
1. *Chaetoceras, Auxosporen*	—	25250	25250	—	100,0 %
2. *Naviculaceen, kleine Arten*	—	1500	1500	—	100,0 „
3. *Coscinodisken, kleine Formen* (10—25 μ)	167	12000	12167	1,4 %	98,6 „
4. *Cocconeis*	250	10750	11000	2,3 „	97,7 „
5. *Nitschia*	250	8750	9000	2,8 „	97,2 „
6. *Sceletonema costatum*	9625	124125	133750	7,2 „	92,8 „
7. Synedra, kleine Formen, deren Individuen strahlig verklebt sind	18500	127000	145500	12,7 „	87,3 „
8. Pleurosigma	27	141	168	16,1 „	83,9 „
9. Coscinodiscus, mittelgrosse Form (35 μ)	3000	11500	14500	20,7 „	79,3 „
10. Coscinodiscus, grosse Form (65 μ und mehr)	2000	4500	6500	30,8 „	69,2 „
11. Rhabdonema	63	78	141	44,7 „	55,3 „
12. Guinardia baltica	1625	1625	3250	50,0 „	50,0 „
13. Rhizosolenia alata	8250	7250	15500	52,3 „	47,7 „
14. Chaetoceras, Kettenzellen	39375	17750	47125	68,9 „	31,1 „
15. **Coscinodiscus, sehr grosse Form** (208 μ)	11	—	11	100,0 „	—
Gesammtzahlen und % für dieselben:	83143	352219	435362	19,0 %	81,0 %
II. Peridineen.					
1. *Dinophysis rotundata*	—	833	833	—	100,0 „
2. *Prorocentrum micans*	357	27282	27639	1,3 %	98,7 „
3. Dinophysis acuta	2428	14927	17355	14,0 „	86,0 „
4. Ceratium furca	333	1708	2041	16,3 „	83,7 „
5. Peridinium globulus u. verw. Form.	1735	6713	8448	20,5 „	79,5 „
6. Diplopsalis lenticula	429	708	1137	37,7 „	62,3 „
7. Ceratium fusus	51334	73205	124539	41,2 „	58,8 „
8. Podolampas bipes	149	47	196	76,0 „	24,0 „
9. **Ceratium tripos var. tergestina**	7667	250	7917	96,8 „	3,2 „
10. „ „ „ **baltica**	694180	4875	699055	99,3 „	0,7 „
♀ 11. **Peridinium divergens, gr. Form**	122	—	122	100,0 „	—
Gesammtzahlen und % für dieselben:	758734	130548	889282	85,3 %	14,7 %
III. Andere Pflanzen.					
1. *Hensens „Gelber Körper"*	750	23500	24250	3,1 „	96,9 „
2. *Distephanus speculum*	375	5000	5375	7,0 „	93,0 „
3. **Oscillarienfäden**	4	—	4	100,0 „	—

B. Thiere.	Individuenzahl im Fang mit Müllergaze	Individuenzahl im Fang mit Filter	Individuenzahl im ganzen Fange	% der Zahl für den Fang mit Müllergaze	% der Zahl für den Fang mit Filter
I. Tintinnen.					
1. *Tintinnus acuminatus*	54	1832	1900	3,0 %	97,0 %
2. Codonella sp.	71	143	214	33,2 „	66,8 „
3. „ ventricosa	3428	6570	9998	34,3 „	65,7 „
4. „ orthoceras	214	71	285	75,0 „	25,0 „
5. „ **campanula**	14	—	14	100,0 „	—
Gesammtzahlen und % für dieselben:	3795	8616	12411	30.5 %	69,5 %
II. Eier.					
1. Ovales Ei, 80 μ lg.	14	31	45	31,1 „	68,9 „
2. Eiersäcke von Copepoden	68	16	84	80,9 „	19,1 „
3. Ei mit Schale, 58 μ D.	405	78	483	83,9 „	16,1 „
4. „ „ „ **81 μ D.**	41	—	41	100,0 „	—
5. **Ei mit zarter Membran, 127 μ D.**	14	—	14	100,0 „	—
Gesammtzahlen und % für dieselben:	542	125	667	81,2 %	18,8 %
III. Larven und erwachsene Metazoen.					
1. *Junge Larve (?) mit Wimperring* (23 μ D.)	—	214	214	—	100,0 „
2. Nematode	1	1	2	50,0 „	50,0 „
3. Nauplien von Copepoden	3642	594	4236	86,0 „	14,0 „
4. **Erwachsene Copepoden**	1616	5	1621	99,7 „	0,3 „
5. **Evadne**	1	—	1	100,0 „	—
6. **Podon**	1	—	1	100,0 „	—
7. **Wurmlarve mit langen Borsten**	1	—	1	100,0 „	—
8. **Sagitta**	1	—	1	100,0 „	—
9. **Junge Muschel**	103	—	103	100,0 „	—
10. „ **Schnecke**	1	—	1	100,0 „	—
11. **Cyphonautes**	63	—	63	100,0 „	—
12. **Oikopleura**	52	—	52	100,0 „	—
13. **Planula** (?)	3	—	3	100,0 „	—
Gesammtzahlen und % für dieselben:	5485	814	6299	87,0 %	13,0 %
C. Gesammtzahlen für Pflanzen und Thiere und % für dieselben:					
1. Pflanzen	843006	511267	1354273	62,2 „	37,8 „
2. Thiere	9822	9555	19377	50,7 „	49,3 „

Mit Ausnahme der Larvenform, die mit dem Plankonnetze bisher nicht gefangen ist, sind diese Formen auch mit dem Netz erbeutet. Aber es ist zweifellos, dass auf ihre Zahlen in einem solchen Falle gar kein Gewicht zu legen ist. Besonders beachtenswerth erscheint das für die Sporen von *Chaetoceras* und die kleine Larve, weil sie uns über die Vermehrungs- und Entwickelungsverhältnisse der betreffenden Formen Aufschluss geben. Dagegen würde es ziemlich gleichgültig sein, ob die kleinen Naviculaceen und *Dinophysis rotundata* noch in die Fangliste aufgenommen werden oder nicht, da beiden im Vergleich zu verwandten Formen keine Bedeutung zukommt; natürlich könnte das aber zu anderen Jahreszeiten sich ändern.

An diese Formen schliessen sich noch 8 weitere an, die in der Tabelle ebenso wie jene *cursiv* gedruckt sind und bei denen der Verlust mehr als 90 % beträgt, bei denen also in meinen Versuchen weniger als $^1/_{10}$ der wirklichen Menge gefangen wird. Hierher gehört *Sceletonema costatum* (statt 133750 nur 9625 Ind.), das in den Küstenländern der gemässigten Meere zeitweise eine erhebliche Rolle spielt, *Prorocentrum micans* (statt 27639 nur 357 Ind.), *Distephanus speculum* und ein *Tintinnus*. Unter diesen Formen ist keine neu; aber die mit Müllergaze erhaltenen Zahlen geben einen so geringen Bruchtheil der wirklichen Menge, dass sie für irgend welche Schlüsse völlig unbrauchbar sind. Auch unter ihnen befindet sich wieder ein Entwickelungsstadium, wenigstens ist das die wahrscheinliche Bedeutung eines kleinen gelblichen kugeligen Organismus, der auf seiner Oberfläche starre, eigenthümlich gewundene Fortsätze trägt und der recht häufig war (24250 Ind., wovon nur 750 mit Müllergaze gefangen wurden). Dieser Organismus ist bereits von Hensen (Ueber die Bestimmung des Plankton, p. 93, t. 5, f. 55) gefunden und kurz beschrieben worden.

Auf der anderen Seite wurden von der Müllergaze gefangen alle Individuen von den meisten ausgebildeten Metazoen, den grösseren Larven und Eiern derselben, ferner von einer grossen Tintinnusart und von je 1 Art der grössten Peridineen und Diatomeen *(Coscinodiscus* von 208 μ D. und *Peridinium divergens),* sowie endlich von Oscillarienfäden. Doch schlüpften selbst von den ausgewachsenen Copepoden einzelne Individuen der kleineren Arten *(Oithona* z. B,) durch die Maschen hindurch, während von den Nauplien gar 14 % verloren gehen. Bei den erwachsenen Copepoden jedoch, sowie bei *Ceratium tripos* (0,7 und 3,2 %) ist der Verlust so klein, dass bei dem quantitativen Netzzuge, wo der Druck sehr viel niedriger als in meinem Versuche ist, sicher gar keine Verluste angenommen zu werden brauchen. Alle diese Formen, im Ganzen 17, sind fettgedruckt.

Zwischen beiden Extremen finden sich nun naturgemäss alle Uebergänge, die durch die übrigen 22 Arten repräsentirt werden und deren Zahlen also bei dem Fischen mit Müllergaze mehr oder weniger fehlerhaft sind. Es ist erklärlich, dass von den Pflanzen im Durchschnitt ein grösserer Verlust erlitten wird als von den Thieren und unter den ersteren wieder die Diatomeen die Peridineen in dieser Beziehung übertreffen.

In dem Verzeichniss fehlen indessen eine Reihe kleinster Formen vollständig, die bei der Konservirung zu Grunde gehen oder doch unkenntlich werden und zu deren Nachweis daher frischer noch lebender Fang untersucht werden muss. Zu diesem Zwecke kann man

den auf dem Papierfilter gesammelten, aber im Grunde desselben in reichlichem Wasser schwimmenden Fang in eine Flasche füllen und sobald wie möglich untersuchen, da die dicht zusammengedrängten Organismen schnell absterben. In der Ostsee reicht es aber auch aus 500, oder selbst 250 ccm. Wasser zu schöpfen, in einer sorgfältig gereinigten und wohl verschlossenen Flasche mitzunehmen und zu Hause durch ein kleines Filter zu filtriren. Das Wasser hält sich mit den Organismen in der kühleren Jahreszeit mehrere Tage, so dass die Untersuchung nicht sofort vorgenommen zu werden braucht. In ärmeren Meerestheilen, wie im Mittelmeer, versagt diese bequeme Methode allerdings.

Wasser, welches in dieser Weise untersucht wurde, zeigte, dass auch eine erhebliche Zahl kleiner Flagellaten durch die Müllergaze hindurchgeht. Wegen der schnellen Bewegung und des Umherschwimmens von einem Theil der Zählplatte in einen anderen, war eine Zählung nicht möglich; doch waren in 200 cbcm. jedenfalls 200, so dass in dem eben analysirten Fange von 76 Litern im Minimum 76000 Individuen gewesen sein dürften. Die Formen waren hellgrün gefärbt und ihre grösste Länge betrug nicht mehr als $5^1/_2\ \mu$. An Masse konnten sie also auf keinen Fall auch nur den allerkleinsten wahrnehmbaren Einfluss auf den Fang haben, wie auch ein Vergleich mit den gleichzeitig im Gesichtsfelde liegenden anderen Organismen ohne Weiteres erkennen liess. Ausserdem fand ich in solchem frisch untersuchten Filterfange wiederholt einige Amoeben und einige Infusorien. Die letzteren waren bis $67\ \mu$ lang und es fanden sich in 200 cbcm. Wasser 1—2 Individuen, in 76 Litern würden also 380—760 Exemplare gewesen sein müssen. Sie dürften kaum alle durch die Müllergaze hindurchgehen, sondern werden wahrscheinlich durch die Konservirung unkenntlich werden.

Schütt hat in seinen Analytischen Plankton-Studien (Kiel und Leipzig, 1892) nach der Grösse der Auftrieborganismen 3 Formen unterschieden, die er Macro-, Meso- und Microplankton nennt. Zu dem ersteren gehören alle jene grossen Auftriebthiere, die wie manche Ctenophoren, Siphonophoren, Medusen und Salpen schon vom Boote aus gesehen werden; zu dem Mesoplankton sind die kleineren Formen zu rechnen, die erst im Glashafen oder im konservirten Fange auffallen, aber hier ohne Weiteres nach Form und Farbe zu erkennen sind, wie die Mehrzahl der Würmer, Krebse und Mollusken im ausgebildeten Zustande; als Microplankton würden schliesslich alle anderen Formen übrig bleiben, zu deren deutlicher Erkennung das unbewaffnete Auge nicht ausreicht wie Ceratien, Chaetoceras, viele Larven und Eier u. s. w. Geht man von dieser Eintheilung aus, so bewährt sich die Müllergaze auch bei dem starken Filtrationsdrucke meines Experimentes für alle Formen des Macro- und Mesoplankton und für die grösseren des Microplankton; die Mehrzahl des letzteren aber erleidet einen recht erheblichen Verlust, ein Theil desselben geht sogar ganz oder fast ganz verloren. Grade den kleineren Arten des Microplankton gehören aber naturgemäss eine ganze Reihe von Jugend- und Fortpflanzungsstadien grösserer Formen an, so dass das sehr wichtige Verhältniss zwischen den verschiedenen Entwickelungsstadien einer und derselben Art durch den Fangverlust verschoben wird. Auch bilden grade diese Formen die Nahrung der grösseren Thiere, so dass nach den Müllergazefängen das Wasser viel weniger Nahrung für diese zu enthalten scheint als wirklich vorhanden ist.

Für den Netzzug wird der Verlust, den die einzelnen Arten erleiden, natürlich etwas geringer sein als in meinen Versuchen. Doch glaube ich kaum, dass der Unterschied mehr als 5 oder 10 % betragen wird. Denn die im Experiment erhaltenen Werthe bestätigen für *Prorocentrum, Distephanus* und die anderen von Hensen erwähnten Formen nur, was dieser bereits früher durch Untersuchung des vom Netz abfiltrirenden Wassers gefunden hatte, und die Prüfung der Maschen des Netzzeuges ergiebt, dass auch ohne besonderen Druck Nauplien und kleinere erwachsene Copepoden einen Theil der Maschen passiren können. Hensen giebt an, dass im Durchschnitt die Seitenlänge eines Loches von Müllergaze Nr. 20 48—53¼ μ beträgt (Ueber die Bestimmung des Plankton, p. 4; Methodik, p. 73), dass aber nach starkem Gebrauch des Netzes die Maschen auf 30½ μ Seitenlänge hinabgehen können und anderseits sich in neuem Zeuge Maschen von 69 μ Seitenlänge finden. Das letztere Mass wird als maximale Seitenlänge aufgeführt. Um den Durchtritt von Organismen zu beurtheilen, scheint es mir praktischer, den grössten Durchmesser der Maschen zu kennen, der in der Regel bei den Maschen der Müllergaze einer Diagonale entsprechen wird. Die Löcher dieses Netzzeuges bilden nun keineswegs regelmässige Quadrate oder auch nur Rechtecke, weil die Verschlingung der Fäden ihre Konturen stark beeinflusst; wären es Quadrate, so würden sich aus jenen Seitenlängen Diagonalen von im Minimum 43 μ, im Durchschnitt 68 und im Maximum von 98 μ berechnen. Für zwei verschiedene Proben Zeug, die noch ungebraucht waren, fand ich durch direkte Messung der Diagonalen folgende Werthe:

Es fanden sich Diagonalen von:	Probe I (175 Messung.)	Probe II (350 Messung.)
1) 52 μ Länge in:	1,14 %	1,14 % der Fälle
2) 58 — 63,5 „ „ „	11,42 „	6,28 „ „ „
3) 69,3— 75 „ „ „	31,40 „	26,00 „ „ „
4) 80,8— 86,5 „ „ „	40,54 „	36,57 „ „ „
5) 92,4— 98,1 „ „ „	12,56 „	22,57 „ „ „
6) 103,9—109,6 „ „ „	2,28 „	7,14 „ „ „
7) 115,5 „ „ „	0,57 „	0,28 „ „ „

Die häufigste Länge der Diagonalen würde also in diesen Fällen 80—86,5 μ sein, das Minimum 52 μ und das Maximum 115,5 μ. Mehr als ⅓ der Maschen hat eine Diagonale von mehr als 80 μ Länge und noch ¼—½ % solche von 115 μ Länge. Da auf jeden Quadratcentimeter Zeug etwa 6000 Löcher kommen, so macht das immer noch 15—30 Maschen von maximaler Weite für diese kleine Fläche. Durch eine solche Masche vermag aber eine *Oithona,* geschweige denn ein Nauplius ohne Mühe hindurchzuschlüpfen, da die Schulterbreite der letzteren oft nicht mehr als 60 μ beträgt.

Man könnte sich daher fast wundern, dass mit der Müllergaze Nr. 20 noch so viele Individuen von den kleineren Arten der Diatomeen und Peridineen gefangen werden und daraus schliessen, dass trotz der kleinen Netzöffnung und der grossen Netzfläche doch eine Verstopfung wenigstens eines Theiles der Maschen durch den Fang einträte. Es erklärt sich dieser, für die

Verwendung des Zeuges günstige Umstand aber sehr einfach aus der grossen Fläche, welche das Fadenwerk des Gewebes im Verhältniss zu der Lochfläche der Maschen darbietet. Auf 1 qcm Netzwand kommt nämlich bei neuem Zeuge 0,14 qcm Lochfläche und nicht weniger als 0,86 qcm Fadenwerk. Letzteres nimmt also mehr als $^{8}/_{10}$ der ganzen Netzwand ein. Dazu kommt als weiterer wichtiger Umstand, dass durch die eigenthümliche Art der Weberei dieses Zeuges auf der Hälfte aller Fadenkreuze (Methodik, Taf. 6, F. 2) 3 Fäden in einander verflochten sind und dadurch eine Fläche schaffen, die durch Grösse und Unebenheit besonders geeignet ist, kleine Formen festzuhalten. Es ist also nur ein Belag des Fadenwerkes mit Fang, nicht aber eine Verstopfung der Maschen nöthig, um den Fang eines reichen Materiales ganz kleiner Organismen zu erklären.

Fassen wir jetzt die Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich, dass zwar die Verhältnisse, unter denen Kofoid seine Untersuchungen angestellt hat, sicher sehr abnorme gewesen sind, die den Fangverlust der Müllergaze zu einer extremen Höhe brachten, dass aber auch in der Ostsee ein so erheblicher Theil der Organismen durch die Maschen hindurchgeht, dass eine genaue Prüfung der ganzen Fänge und der einzelnen Arten auf die Grösse des Fangverlustes unentbehrlich ist und eine Ergänzung der Methode erfolgen muss, durch welche auch die kleinen, nur ganz ungenügend durch dieses Zeug gefangenen Organismen noch in ausreichender Vollständigkeit gefangen und quantitativer Bestimmung zugängig gemacht werden. Es ist sehr zu bedauern, dass Kofoid nicht in einer ausführlichen Arbeit eine vollständige Analyse seiner Fänge gegeben hat, aus der man auch für dieses Gebiet eine klare Vorstellung von dem Verluste der einzelnen Arten gewinnen kann. Allerdings dürfte die Auszählung der Fänge nach der Raftermethode (Kofoid, loc. cit. p. 21) nur sehr unsichere und unvollständige Werthe ergeben, da in einer Wasserschicht von 1 mm Höhe auf dem Objekttische selbst bei schwacher Vergrösserung (80 ×) nur sehr schwer jeder Organismus mit Sicherheit zu finden ist; viele Formen, wie die zarteren Diatomeen in Wasser überhaupt nicht ohne enorme Fehler zu zählen sind und endlich die Durchzählung selbst einer ganzen Anzahl Felder von je 1 qmm (!) Fläche keine grosse Sicherheit giebt, wenn der Fang nicht auf der ganzen Platte (20 × 50 mm) völlig gleichmässig vertheilt ist. Das letztere dürfte aber sehr schwer erreichbar, wenn nicht geradezu unmöglich sein. Für schnelle Orientirung über die Zusammensetzung eines Fanges mag diese Methode ausgezeichnet sein, für die definitive Verarbeitung reicht sie nicht aus. Immerhin würde man aus solchen Fangverzeichnissen eine klare Einsicht in die eigentliche Ursache des so sehr hohen Fangverlustes erhalten haben.

Einen konstanten Werth für denjenigen Fangverlust zu finden, den das Volumen erleidet, ist von vornherein ausgeschlossen. Die Grösse desselben muss nothwendiger Weise mit der Zusammensetzung des Fanges sehr verschieden ausfallen, wie das auch die sehr starken Schwankungen dieses Werthes in meinen Versuchen zeigen. Anders liegen aber die Verhältnisse bei dem Fangverlust der einzelnen Arten; da nämlich eine Verstopfung des Netzes durch Fangmasse und dadurch eine Aenderung der Maschenweite während des Zuges vermieden werden kann, wird der Durchtritt der Organismen wesentlich nur von dem Druck im Netz, der Maschengrösse und der Grösse und Form der betreffenden Organismen abhängen. Das sind aber Verhältnisse, die in verhältnissmässig nur engen Grenzen schwanken; allerdings wird es nöthig

sein, die verschiedenen Entwickelungsstadien einer Art zu trennen. Am Besten aber wäre es zweifellos, wenn sich eine Methode finden liesse, durch welche unmittelbar jeder Fangverlust vermieden würde.

Kofoid schlägt deshalb vor mit Pumpe und Schlauch Wasser zu schöpfen und dieses durch feine Filter laufen zu lassen. Diese Methode ist für Wasserbecken von geringer Tiefe sehr gut anwendbar. Vor allem kann man, was sonst nur noch mit Netzen, aber mit keiner anderen Schöpfmethode zu erreichen ist, vertikale Wassersäulen vollständig durchfiltriren. Es ist nur nöthig, wie Kofoid das gethan hat, den Schlauch vertikal in das Wasser hinabzulassen und während des Pumpens an einer am Schlauchende befestigten Leine langsam bis zur Oberfläche emporheben zu lassen. Ist in dieser Zeit noch nicht die genügende Wassermasse erreicht, so wird der Schlauch wiederum langsam hinabgelassen und diese Auf- und Niederbewegung so oft wiederholt, bis die gewünschte Wassermenge heraufgepumpt ist. Natürlich muss sowohl das Pumpen wie das Heben und Senken des Schlauchendes gleichmässig ausgeführt werden, was sich leicht dadurch erreichen lässt, dass stets dieselbe Person dieselbe Arbeit verrichtet. Ist die Pumpe aus Messing und leicht aus einander zu nehmen, so kann man jedes Oelen vermeiden, wenn man nur nach jedem Gebrauch alle Theile sofort trocknet. Durch sorgfältiges Abbürsten und Abspülen mit Wasser vor jedem Gebrauche verhütet man, dass Schmutzpartikelchen aus der Maschine sich dem Wasser beimengen. Während Kofoid nur in Tiefen von wenigen Metern und in Süsswasser diese Methode erprobte, finde ich, dass sie bei einigermassen ruhigem Wetter auch auf offener See und für 50 m Tiefe, bei glatter See selbst für 100 m sich bewährt. Technisch würde die Anwendung für noch grössere Tiefen, glaube ich, möglich sein, obgleich die Gefahr, dass Leine und Schlauch sich verwickeln, natürlich mit Zunahme der Länge beider wächst; aber zunächst wird Gewicht und Masse des Apparates dann so gross, dass sich die Untersuchungen nicht mehr vom Boot aus, sondern nur auf einem grösseren Fahrzeuge ausführen lassen, und vor allem wird die Wassermenge, welche untersucht werden muss, um bei einer Wassersäule von solcher Länge noch verwerthbare Resultate zu geben so gross, dass das Schöpfen und Filtriren derselben eine unverhältnissmässige Zeit in Anspruch nimmt. Für die Untersuchung des Meeres kommen aber Tiefen nicht nur von einigen Hundert, sondern von Tausend und mehr Metern in Frage.

Ist es daher möglich, ein Netzzeug zu finden, das dicht genug ist, um auch von den kleinsten Formen des Auftriebs noch einen ausreichenden Bruchtheil sicher zu fangen, so ist jedenfalls die Verwendung eines Netzes der des Schlauches bei weitem vorzuziehen. Ich habe die verschiedensten Zeuge auf ihre Brauchbarkeit geprüft und schliesslich gefunden, dass ein Seidentaffet von mittlerer Schwere sich am meisten empfehlen würde. Seide ist zweifellos allen anderen Stoffen vorzuziehen, da die einzelnen Fäden sehr lang und sehr glatt sind, das Wasser rasch durchgelassen wird und die Fäden nicht quellen. Beim Taffet ist das Gewebe ganz dicht und sehr fest und gleichmässig, da überall nur 1 Faden den andern deckt oder von einem andern gedeckt wird und nirgends 1 über 2 oder 3 fortspringt wie beim Köpergewebe. Bei den billigeren Sorten von Taffet sind die Fäden weniger eng zusammengeschoben, die feinen Spalten zwischen ihnen daher zahlreicher und unregelmässiger; bei den ganz schweren Arten

ist wieder das Gefüge der Fäden so dicht, dass die Filtration auf ein Minimum herabgesetzt wird. Ein Filter von dem von mir verwendeten Stoffe filtrirte in 43 Sekunden 0,1 Liter filtrirten Wassers, während ein gleichgrosses Filter aus gehärtetem Papier dazu 170—195 Sekunden, also etwa 4 mal so lange Zeit gebrauchte. Müllergaze Nr. 20 liess unter denselben Umständen 0,1 Liter in 6—8 Sekunden durch, arbeitete also 5—7 mal schneller als der Taffet und 25—30 mal schneller als die Papierfilter. Unter denselben Bedingungen wie die Müllergaze Nr. 20 geprüft, ergab dieses Zeug einen sehr geringen Fangverlust, wie nachfolgende kleine Tabelle, in die nur die kleineren Formen aufgenommen sind, zeigt:

Es wurden zurückgehalten von	Müllergaze Nr. 20	von Taffet
1) *Chaetoceras,* Auxosporen . . .	0,00 %	100,00 %
2) Naviculaceen, kleine Arten . . .	0,00 „	98,07 „
3) *Prorocentrum micans*	1,29 „	100,00 „
4) *Thalassiosira*	1,37 „	99,47 „
5) *Cocconeis*	2,27 „	97,84 „
6) *Nitschia*	2,78 „	97,34 „
7) *Distephanus speculum*	6,97 „	100,00 „
8) *Dinophysis acuta*	13,99 „	98,52 „
9) *Peridinium globulus*	21,66 „	100,00 „
10) *Codonella ventricosa*	34,29 „	100,00 „
11) *Ceratium fusus*	41,21 „	99,62 „
12) *Chaetoceras,* Kettenzellen . . .	68,92 „	100,00 „

Also selbst diejenigen Formen, welche die Müllergaze Nr. 20 vollständig durchschlüpfen liess, wurden von diesem Zeuge vollständig oder nahezu vollständig zurückgehalten. Bei keiner einzigen Form betrug der Verlust mehr als 2 %! Der Fang lässt sich ferner leicht und gut von dem Zeuge abspülen. Aber das Gewebe zog sich, als ich ein aus ihm verfertigtes Netz probirte, sehr stark und wurde anderseits durch den Wasserdruck so gedehnt, dass die Filtrationsgrösse dadurch sehr verändert werden musste. Auch wurde das Zeug später mürbe und brüchig. Ich hatte dem Netze eine ganz kleine Oeffnung und eine sehr grosse Wandfläche (1 : 120 = Ö : W) gegeben; der Fang war aber so gering, dass ein genaues Abspülen von der grossen Netzwand unmöglich war. Weitere Versuche habe ich nicht angestellt; doch würde ein wirklich guter Taffet vielleicht doch die Herstellung eines brauchbaren quantitativen Netzes möglich machen, und jedenfalls könnte man versuchen mit Taffetnetzen sich schneller und bequemer als mit Filtern Material von kleinsten microskopischen Formen zu verschaffen; allerdings würde man, um die nöthige Menge zu erhalten, wohl längere Zeit horizontal hinter dem kräftig geruderten Boote das Netz fischen lassen müssen.

Eine 3. Methode, an die man denken könnte, wäre, mit Schöpfflaschen aus den verschiedenen Tiefen Wasserproben zu entnehmen und nach Filtration den Rückstand zu zählen. Leider sind mit solchen Apparaten immer nur verhältnissmässig sehr kleine Wassermengen zu erhalten; 5, im besten Falle 10 Liter würden wohl die maximale Menge sein. Solche Quantitäten

reichen aber nur in planktonreichen Gebieten zur Feststellung der Auftrieborganismen aus, lassen indessen in ärmeren Meerestheilen, wie z. B. im Mittelmeere im Stich, und würden daher erst recht für grössere Tiefen versagen. Ausserdem gestattet diese Methode keine direkte Volumenbestimmung, da auch hierfür die Menge des Materiales zu gering ist.

Bis jetzt ist also keine Methode gefunden, die ausreichte, auch die kleinsten Planktonformen sicher zu fangen und dadurch sowohl die Volumenbestimmung der ganzen Auftriebmasse wie auch die Feststellung der Individuenzahl dieser Arten sicherer zu gestalten. Wie es aber unvernünftig wäre deshalb von der quantitativen Methode überhaupt abzusehen und die ganze Wissenschaft von dem Stoffwechsel des Meeres und des Süsswassers wieder subjektiven Schätzungen preiszugeben, die nothwendiger Weise hundertmal ungenauer sind als die mit Hensens jetziger Methode gewonnenen Zahlen, so wäre es auch verkehrt, von vornherein mit Kofoid jetzt den Gebrauch des Netzes zu verwerfen und Pumpe, Schlauch und Filter an seine Stelle zu setzen. Für ozeanische Forschungen, wie für alle Untersuchungen in grösseren Tiefen (über 100 m) wird man kaum auf andere Weise als mit einem Netz arbeiten können. Denn nur mit Netzen ist es möglich in kurzer Zeit beträchtliche Wassermengen vollständig zu filtriren und gleichzeitig ohne Schwierigkeit jede beliebige Tiefe zu befischen. Nachdem die Feststellung der während eines Netzzuges filtrirten Wassermenge für Müllergaze gelungen ist, kann für jedes aus anderem gleichmässig gearbeitetem Zeuge konstruirtes Netz durch Vergleich seiner Fänge mit gleichzeitigen eines Müllergazenetzes die Filtrationsgrösse praktisch gefunden werden[1]), wenn es nur gelingt immer eine Verstopfung durch den Fang auszuschliessen. Für alle Untersuchungen aber, in denen entweder nur das Auftreten der mesoskopischen und grösseren microskopischen Formen beabsichtigt ist, oder ein erster Anhalt über die Masse des Auftriebs gewonnen werden soll, wird immer das Netz aus Müllergaze Nr. 20 seinen Werth behalten.

5. November 1900.

[1]) Eine 2. Methode, die Filtrationsgrösse zu bestimmen, bietet, wie oben gezeigt wurde, die Filtration von Wasser, das aus derselben Wassersäule mittelst Schlauch und Pumpe geschöpft ist.

Aenderung des Fangvolumens durch Filtration des durch Müllergaze Nr. 20 hindurchgeflossenen Wassers mittelst gehärteter Papierfilter: **Curve A:** Prozentualisches Verhältniss des Müllergazefanges (roth) zu dem Filterfang (blau). **Curve B:** Volumina aus je 1 Kubikmeter Oberflächenwasser, erhalten durch die Addition des jedesmaligen Müllergaze- (roth) und Filter- (blau) Fanges. Beide Curven nach 13 Fängen, die 1899/1900 ausserhalb des Kieler Hafens gemacht wurden.

Ueber die

quantitative Bestimmung der kleineren Planktonorganismen

und über den

Diagonal-Zug mittelst geeigneter Netzformen.

Von

V. Hensen.

Die in diesem Heft veröffentlichte gründliche Arbeit von Dr. Lohmann (1) giebt mir die Veranlassung, der Frage der Fangmethodik des Planktons wieder näher zu treten. Lohmann erweitert den Boden, auf dem die Planktonuntersuchungen stehen und hebt gewisse, dem von mir eingeführten Verfahren anhaftende Mängel hervor. Namentlich wichtig ist der Nachweis, dass die Brut vieler, sonst sicher fangbaren Organismen durch die Maschen des Netzes leicht hindurchschlüpft, so dass über die bei besser gesicherter Fangmethode durch die Planktonzählung aufzufindenden Verhältnisse der Keim- und Larvenfruchtbarkeit, sowie über deren Abhängigkeit von den äusseren Bedingungen ganz zuverlässige Erfahrungen nicht gewonnen werden können. Der beste Weg, den genannten Uebelstand zu überwinden, scheint noch nicht gefunden zu sein.

Lohmann findet die Menge der Organismen, die durch die Seidengaze Nr. 20 durchgehen können, sehr gross, indessen ist er selbst nicht ganz zufrieden mit seiner Bestimmungsart. Das Planktonnetz fischt eben viel mehr von diesen Organismen, als es fischen dürfte. Lohmann hebt übrigens hervor, dass ich bereits häufig genug den Durchtritt kleinerer Formen in Erwägung gezogen habe; ich muss ihm dafür danken, dass er dies thut. Die Regel ist das nicht, sondern man schüttet das Kind mit dem Bade aus, setzt das eigene Kind hinein und hütet sich das Wasser des Bades durch Eingehen auf frühere Arbeiten irgend zu trüben. Nach meinem Verfahren sagt man, verstopft sich das Netz und lässt ausserdem ungefähr Alles durch, die fangbaren Thiere sind überdies klug genug, um vor dem Netz zu flüchten, sie haben ja solche Bewegungskraft, dass sie täglich mehr als 50 m auf und ab steigen, also im Wasser etwa 50000 mal ihre Länge durchlaufen, während man einem Pferde nicht gerne zumuthet, mehr als 20000 mal seine Länge täglich zurückzulegen. Wir glauben ja das Alles, betrachten auch die vielen Kreuze, die das Vorkommen und die Häufigkeit der Befunde darlegen mit ehrfürchtiger Bewunderung über den verwendeten Fleiss. Sie befriedigen sicherlich den Autor und lassen seinen Nachfolgern freiestes Feld für mehr erschöpfende Behandlung. Die Grundlage solcher Schätzungen bildet immerhin bewusst oder unbewusst die von mir dargelegte Nothwendigkeit ursprünglich gleichmässiger Vertheilung des Planktons unter der Fläche resp. in der bewohnten Wassermasse, die ungleichmässig nur durch, in beschränkter Ausdehnung wirkende, besondere Umstände werden kann. Praktisch ist dieser Satz für das Meer zunächst durch mich, für die süssen Gewässer durch Apstein bestätigt worden. Wenn die fischenden Apparate zu willkührlich variirt, die befischten Oberflächen zu sehr verkleinert werden, steht zu befürchten, dass man in die früheren falschen Vorstellungen zurückfallen wird, die in Haeckels Streitschrift gegen mich (2) in erwünschter Weise festgelegt wurden.

Es darf wohl kurz erwähnt werden, wesshalb bisher eine Erweiterung des Verfahrens der Planktonfischerei nicht erforderlich erschien. Die Frage, was zu geschehen habe, hatte mich auf der Holsatia-Fahrt in den atlantischen Ocean (3) lebhaft beschäftigt. Schütt und ich pumpten täglich mit Hülfe der Dampfpumpe viele Stunden lang Oberflächenwasser in ein, über einen Quadratmeter grosses Netz aus feiner und dichter Halbseide. Die Ausbeute war sehr gering und enthielt keine besonders neue Formen. Es wurde daher auf diese etwa 20 Fänge von je über 3000 Liter Filtrat kein Werth gelegt; als ich sie später doch noch ordnungsmässig untersuchen wollte, ergab sich, dass sie, — nicht durch meine Schuld — durch Pilzbildung unbrauchbar geworden waren. Ich hatte indess gleichzeitig das Cylindernetz mit feinem dichten Zeug einer sehr erheblichen Oberflächenausdehnung ausgestattet und mit diesem Netz vergleichsweise neben dem Planktonnetz Vertikalzüge angestellt. Leider zerriss einmal das Netz, aber einen Zug aus 1000 m und einen aus 600 m vom Ocean und Skagerrak findet man auf der letzten Zählungstabelle (3) registrirt. Ich gebe hier zum Vergleich die bezüglichen Resultate.

Netz	Ort	Tiefe in Metern	Copepoden	Larven von Copepoden	Eier in Säcken	Eier einzeln	Dictyocha
Dichtes Zeug	Ocean	1000	839	1068	304	565	einige
	Skagerrak	600	9308	11388	3450	1600	einige
Seidengaze Nr. 20 Planktonnetz	Ocean	50	6808	36729	11726	46108	0
	do.	200	14921	47622	16295	15158	249
	do.	2500	28212	72144	18179	9505	einige

Bei vorstehenden Zahlen handelt es sich nur um die relativen Verhältnisse. In dem Fang von 50 m scheint die Diagnose der freischwimmenden Copepodeneier noch nicht richtig gewesen zu sein, es ist überhaupt der Fang mit dem dichten Zeug recht verdriesslich ausgefallen. Im Verhältniss zu den ausgebildeten Copepoden sind viel zu wenig Eier und Larven gefunden, das zeigt sich ohne besondere Rechnung sofort aus den Fängen des Planktonnetzes. Die Ursache des so unvollkommenen Fangs verstehe ich heute noch nicht, aber diese Art der Fangmethode musste jedenfalls verworfen werden. Es handelt sich bei meinen Fängen überhaupt nur um Minimalbestimmungen des Meeresinhalts, dass dafür das Planktonnetz das bessere Geräth ist, zeigen diese Paar Zahlen zur genüge. Im Drange der sehr ausgedehnten Arbeit, die von mir für die Planktonstudien zu leisten war, habe ich die gewonnenen Thatsachen generalisirt, und dies ist wohl, wie gezeigt werden soll, nicht richtig gewesen.

Lohmann findet die Maschen der Müllergaze etwas grösser als ich sie gefunden habe, die mittlere Maschenseite berechnet sich aus seinen Zahlen zu 59 μ während ich 48 bis 53 μ angegeben habe. Die Gaze wird von sehr scharfsichtigen Webern von freiem Auge oder mit der Lupe gewebt, so kommen nothwendig solche Verschiedenheiten des Gewebes vor; die Maschen sind daher auch nicht ganz gleichmässig. Aus diesem Grunde habe ich seinerzeit

gesagt, dass die besser gewebte Nr. 19 manchen Vorzug habe. Wenn hin und wieder grössere Oeffnungen, bei denen übrigens für runde Körper die Diagonale kaum maassgebend ist, vorkommen, so hat dies nicht allzuviel zu bedeuten, weil hier ein unverhältnissmässig starker Strom durchgeht, daher rasch eine Verstopfung eintreten wird.

Der Grund, wesshalb das Planktonnetz sehr viel mehr an kleineren Organismen fängt, als es nach seiner Maschenweite fangen darf, liegt in folgendem, theilweise schon von Lohmann berücksichtigten Verhältnissen. Ich habe nachgewiesen (4), dass in dem Netz ein nicht unbeträchtliches Druckgefälle besteht. Der Mitteldruck, den meine Rechnung ergiebt, gilt nur für etwa die Mitte des Netzes, am Beginn des Netzes steht ein beträchtlich höherer Druck, der den Einstrom des Wassers behindert. Am unteren Ende des Netzes und in dem filtrirenden Eimer muss der Druck sehr gering sein und der Zug wird an dem Eimer garnicht wirken, so dass zunächst in den Eimer fast kein Fang kommt. Es legt sich die grosse Masse des Planktons ganz oben an die grosse Peripherie des Netzes an; sind viele Diatomeen im Wasser, so sieht man dies Verhalten, wenn man in das Netz blickt, ehe es abgespült wird. Der so gebildete Planktonring funktionirt als ein äusserst feines Sieb, das den meisten Formen den ferneren Durchgang verwehrt. Wenn sich die Maschen dieses Siebes mehr und mehr füllen, verlegt sich der Ort des Druckmaximums weiter in das Netz hinein, weil zu wenig Wasser durch den obersten Netzrand abfliesst, um eine nennenswerthe Abnahme des Drucks bewirken zu können. Die lokale Verstopfung mit dickem Belag ist für die Fangmasse so gut wie ohne Bedeutung, weil die gewaltige Fläche des Netzes mit Leichtigkeit das eindringende Wasser durchlässt. Wenn man fortwährend den Rand des Netzes bespült, kann die Verstopfung nicht eintreten und es wird dann eine grosse Durchlässigkeit des Netzes beobachtet werden können. Beiläufig gesagt, genügt dies vielleicht noch nicht ganz zur Erklärung der Angaben von Kofoid, indessen wenn man das Wasser gehörig in das Netz hineingiesst, erhält man einen so gewaltigen Wasserdruck im Vergleich zum Druck, der bei ordnungsmässigem Fischen entsteht, dass noch sonst sehr Vieles durch die Maschen durchgepresst werden muss.

Ein kritischer Vorgang ist das Aufziehen des Netzes. Geschieht dies, was selbstverständlich sein sollte, vorsichtig, so bleibt bei ruhigem Wasser Alles in der gewonnenen Lagerung, doch wird einiges durch Eimer und untere Netztheile entweichen. Bei Seegang ist die Sache schon gefährlicher, aber der Planktonabsatz bildet, wenn er einigermassen reichlich ist, ein Polster, das sich nicht rasch in seine Bestandtheile auflöst. Beim Abspülen werden die Organismen nach innen geworfen, gleiten an der Netzwand abwärts und gerathen in den Filtrireimer, der sich sofort mit dem Gitter belegt.

Es fängt das Planktonnetz daher recht gut kleine Organismen nicht allzu abgerundeter Form, aber es fängt davon immer zu wenig. Es fängt auch die Menge der kleinen Organismen nicht proportional, sondern bei kleinem Fang relativ viel weniger, als bei grossem Fang. Die bezüglichen Zählungen halte ich zwar nicht für werthlos, aber sie haben nur geringen Werth. Sie sind Minimalzahlen und stellen das Vorkommen und unter Umständen das Vorkommen in ziemlicher Menge fest. Ausserdem ist es für qualitative Untersuchung wünschenswerth zu zählen, sonst entstehen Angaben über gänzliche Abwesenheit vorhandener Formen; neues entgeht

und es liegt auch die Gefahr vor, wegen zu geringer Zahl der gefundenen Individuen Species zu machen, wo höchstens Varietäten und alle Uebergänge zu finden sind.

Lohmann weist mit vollem Recht auf die Nothwendigkeit hin, die Fangmethode zu ergänzen, die von mir ermittelten Thatsachen waren zu sehr generalisirt, weil sie für kleinere Fänge kaum noch gültig sein werden. Das Schlauchverfahren scheint mir immerhin nicht ganz ohne Bedenken und wie auch Lohmann sagt, nur ein Nothbehelf zu sein. Dass es bezüglich der Bakterien noch nicht alles leistet, braucht kaum gesagt zu werden, nur möchte ich erwähnen, dass Fischer (5) das bezügliche Volumen sogar auf hoher See noch ziemlich nennenswerth (in 20 m^3 Ozeanwasser fand sich ein Volumen von 15,7 mm^3 Bakterien oder 2% des Fangvolumens) gefunden hat. Ein Umstand scheint mir näherer Würdigung zu bedürfen, das ist der grosse Unterschied in der Geschwindigkeit des Axen- und des Wandstroms im Schlauch. Die Flüssigkeit geht nicht so durch den Schlauch, als wenn ein Stempel sie vor sich herschöbe, meistens wird man mehr Oberflächenwasser erhalten, als man rechnet. Hierbei kommt auch in Betracht, dass der vielfache Atmosphärendruck in grösserer Tiefe den Schlauch sowohl verkürzt als auch verengt. Der gleiche Vorwurf trifft für die Maschen der Netze zu, doch meine ich, dass er hier weniger Bedeutung haben wird, was indessen noch zu prüfen sein würde. Bedenklich erscheint mir auch die Geringfügigkeit der Menge von Wasser, die in Bearbeitung genommen werden kann. Ich habe auf der Planktonexpedition mit zwei Planktonnetzen gleichzeitig gefischt und dabei Volumendifferenzen bis 14% beobachtet, würde daher das Planktonnetz lieber noch etwas grösser machen, wenn es sich dabei noch genügend haltbar und bequem erweisen würde. Anderntheils werde ich S. 78 zeigen, dass Netzöffnungen von 90 cm^2 noch ziemlich gleichmässige Fänge ergeben, so mag auch eine vertikale Säule von 10 oder weniger cm^2 Dicke ziemlich gleichmässige Fänge der kleinsten Formen ergeben, wir werden darüber Nachrichten erhalten. Das Verfahren mit dem Schlauch hat aber für die hohe See auch sonst noch Nachtheile, weil man dort nicht so ruhig arbeiten kann, wie für das Versenken des Schlauchs und die Filtration wünschenswerth wäre. Das lässt sich allerdings überwinden, doch soll eine bequemere Methode zu gewinnen versucht werden.

Man wird auf grösseren Gewässern meistens die Kraft eines Dampfbootes zur Verfügung haben, die auszunutzen um so mehr geboten ist, als die Stunden sehr theuer werden. Ich habe früher (3) unter dem Namen „Korbnetz“ einen Apparat erfunden, der sich, ähnlich wie ein zweiter Apparat, den ich als „Netzkonus“ bezeichnet habe, für Fänge an der Oberfläche während rascher Fahrt durchaus bewährte. Die Zählungen dieser Fänge sind in der letzten der Zählungstabellen (3) gegeben. Hier findet sich z. B., dass auf 10 000 ausgebildete Copepoden 53000 Larven, ferner gegen 3 Millionen Dictyochen und 2 Millionen Prorocentrum (Nr. 288) kommen, also sicher auch die kleinen Formen gefangen wurden. Freilich ergab auch die Fahrt XXX, dass Parallelfänge sehr ungleich zusammengesetzt sein können, daher die Oberflächenfänge über die relativen und absoluten Verhältnisse keine zuverlässigen Aussagen geben. Immerhin kann man mit solchem Netz die Oberflächenbestandtheile bei voller Fahrt des Schiffs ohne Schädigung selbst zarter Formen gewinnen, und da sich das

Verfahren weiter ausbilden lässt, gebe ich hier zunächst noch einmal die Beschreibung des Korbnetzes in seiner etwas solider ausgeführten Form.

A ist ein Mantel von Blech, Höhe 240 mm, der das frühere, mit dichtem Zeug überzogene Korbgeflecht ersetzt. Bei *B* ist das Blech an einen starken Metallring angelöthet. Bei *C* findet sich ein hohler Metallkonus, bei *D* ein Deckel, an den der Metallkonus so angeschroben ist, dass rings um ihn eine ringförmige Oeffnung bleibt. Der Durchmesser des Conus beträgt an dieser Stelle 40 mm, der Durchmesser des äusseren Randes der ringförmigen Oeffnung 48 mm, die ringförmige Oeffnung *A* daher 5,524 mm^2. Das Ganze wird durch drei Ueberfallschrauben, deren eine bei *E* gezeichnet ist, gehalten. Der Deckel *D* drückt auf den Ring *F*, der mit Barchent überzogen ist und an den das leinene Netz *N* angenäht ist. Dies Netz entfaltet sich, weil im Boden des Blechmantels rings am Rande die Löcher *b* vom Gesammtquerschnitt 5,5 cm^2 angebracht sind. An diesen Löchern zieht das Wasser und entfaltet das Netz. Man wirft das Netz hinten am Schiff aus, giebt soviel Seil nach, wie erforderlich ist, dass das Netz unter der Oberfläche bleibt und fischt 10 Minuten oder länger, zieht den Apparat auf, nimmt das Netz heraus und spült den Inhalt in einer Schale ab. Lässt man das Netz sehr lange fischen, so füllt es sich schliesslich so sehr mit Plankton, dass es schlecht filtrirt, wo dann der ganze Wasserdruck von $^1/_4$ Atmosphäre auf dem Netz lasten wird. Dabei könnte es möglicher Weise zerreissen. Fischt man nur die angegebene Zeit, dann erhalten sich sogar die Appendikularien noch unverletzt und lebendig. Ist der Fang sehr schleimig, so verstopft sich natürlich das Netz rascher als sonst.

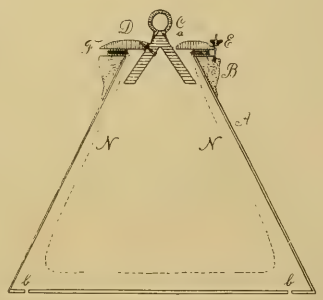


Fig. 1.

Nachdem ich das Netz und dessen Prinzipien vor 14 Jahren beschrieben habe, sind neue Netze für diese Art Fang erfunden worden. Eins von Borgert (6), der den Einfluss in das Netz in ähnlicher Weise beschränkt wie ich das that, aber hinten das Netz frei lässt. Dadurch erhöht sich der Zug bedeutend, was meines Erachtens vermieden werden sollte. Ich hatte befürchtet, dass das Netz selbst abgerieben und zerrissen werden würde, aber Borgert hat dies nicht gefunden. Ein anderes Netz wird wiederholt von Gaston Buchet (7) beschrieben. Die Prinzipien sind dieselben wie die meinen, doch weiss er das offenbar nicht, denn er glaubt, dass bisher noch nichts Aehnliches existirt habe. Er giebt aber seinem Netz noch einen etwas abendteuerlichen Schwimmkörper bei, als wenn irgend zu befürchten wäre, dass das Netz untersinken könnte.

Aus dem Korbnetz entwickelt sich in einfacher Weise ein wahrscheinlich genügender Ersatz für das Schlauchverfahren, nur das keine vertikal, sondern eine schräg liegende Wassersäule durchzogen, also in der Diagonale von Geschwindigkeit des Stroms und des Sinkens der Büchse gefischt wird. Die zu lösende Aufgabe erläutert die nachfolgende Figur 2. Es wird in derselben angenommen, dass ein Strom gegen die Richtung des Schiffes läuft, so dass dieses gerade am Ort stehen bleiben wird, eine unbedenkliche Vertauschung der bewegten Massen.

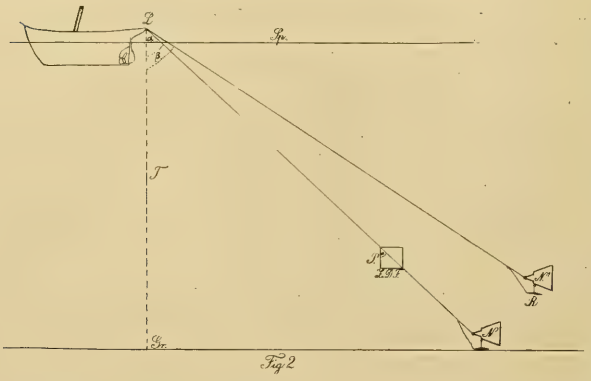


Fig. 2

Die vertikale Linie T ist das Loth, das von dem Schiffsbord bis zum Boden geht, das Netz ist von dem fahrenden Schiff bis zur Stellung N herabgelassen, dann hört die Ausgabe des Seils auf und es beginnt die Einnahme des Seils, wobei das Netz sich etwas hebt, um dann in der Linie N' L wieder aufgezogen zu werden. Das Seil bildet also mit der Vertikalen L $Gr.$ beim Sinken des Netzes den Winkel α, beim Aufziehen den Winkel β. Sei die Schnelligkeit des Fahrzeuges (oder des Stromes) in der Sekunde v, die Schnelligkeit des Auslaufens des Seils w, sei sie beim Einnehmen u, sei $g = 9{,}81$ m, so findet sich der Druck D, der gegen die Vorderfläche der Netzbüchse steht aus der Gleichung

$$D = \frac{(v - w \sin \alpha)^2}{2g}$$

Der Druck D muss verdoppelt werden, weil hinter der Netzbüchse ein Zug steht, der so gross ist, wie der Druck vorne. Das Gewicht P der Netzbüchse im Wasser, das erforderlich ist, um den Winkel α zu erzeugen, findet sich aus der Gleichung $tg\alpha = \frac{2DF}{P}$, wo F die dem Druck entgegenstehende Fläche der Netzbüchse bedeutet. Für den Aufzug unter dem Winkel β hat man die Geschwindigkeit u und den Druck D' zu bestimmen. Es ist $\frac{P\ tg\ \beta}{2F} = D'$ ferner

$$2g\ D' = (v + u \sin \beta)^2 \text{ also:}$$

$$u = \frac{-v + \sqrt{2g \cdot D'}}{\sin \beta}.$$

Um die Grösse der Netzfläche und der Oeffnung des Ein- und Ausgangs zu finden, muss ein passendes Beispiel gerechnet werden. Sei die Tiefe 25 m, $< \alpha = 47^0$, $< \beta = 58^0$, wie in der Figur 2. Sei der Querschnitt des Netzes 256 cm^2, die Geschwindigkeit v des Schiffs $= 9$ Knoten oder 4500 cm die Sekunde und sei $w = 50$ cm dann wird $D = 87{,}065$ cm ferner wird das erforderliche Gewicht $P = 2 \cdot 87{,}065 \cdot 256 = 41571$ Gramm. Es ist

$$D' = \frac{P\ tg\ \beta}{2F} = 129{,}9 \text{ cm, endlich } u = \frac{-v + \sqrt{2g\ D'}}{\sin \beta} = 64{,}914 \text{ cm.}$$

Die Länge der bis zum Boden von dem sinkenden Netz zu durchlaufenden Strecke, also LN ist $= \frac{2500}{\cos \alpha} = 3665$ cm. Da in der Sekunde 50 cm Seil ausgegeben werden, ergiebt sich, dass diese Strecke in $\frac{3665{,}7}{50}$ also in 73″,3 durchlaufen wird. Aehnlich gerechnet ergiebt sich die Zeitdauer des Aufziehens zu 56″,47. Die ganze Zeit des Diagonalzuges beträgt also 130″.

Während der 73″,3 des Absteig herrscht der Druck $2D = 174{,}13$ cm Wassersäule. Diesem Druck entspricht nach der Formel $\sqrt{2g \cdot 2D} = c$ eine Stromgeschwindigkeit in das Netz von 584,7 cm in der Sekunde, also in 73,3 Sekunden 42858 cm^3 pro cm^2 Fläche der Oeffnung. Aehnlich findet sich beim Aufzug für $2D' = 259{,}8$ cm, die Geschwindigkeit des Einstroms 714,25 cm und für 56,5 Sekunden der Einstrom zu 40334 cm^3 pro cm^2 Fläche der Oeffnung. Es können also in Summa 83,2 Liter pro cm^2 Querschnitt der Oeffnung in das Netz eintreten.

Wenn der Einflussöffnung eine Weite von 10 cm^2 gegeben wird, könnten also höchstens 832 Liter filtrirt werden. Da das Netz dem Einstrom einen Widerstand entgegensetzt, kann dies Volumen nicht erreicht werden, es genügt und ist sogar vorzuziehen, wenn weniger, sagen wir etwa 500 Liter filtrirt würden.

Dies dürfte sehr leicht zu erreichen sein, denn die Bedingungen liegen dafür sehr günstig. Das Netz filtrirt, wie man sieht, beim Sinken etwas mehr, als bei dem Aufzug und es wird noch etwas mehr fangen, wenn man die Ausgabe des Seils vermindert. Bei dem Aufzug steigt der Druck erheblich, das ist günstig, weil dann schon das Netz mit Fangmasse etwas belegt ist, so dass eine Vermehrung des Drucks diesen Widerstand compensirt. Es ist freilich sehr fraglich, ob die Verstopfung überhaupt Bedeutung gewinnt.

Wie hoch der Gegendruck im Netz sein wird, kann ich nicht genügend berechnen, da ich die Filtrationscoëfficienten für Leinenzeug oder dichtgewebte Müllergaze nicht bestimmt habe. Die Filtration wird aber bei diesen Geweben nicht erheblich kleiner sein, als bei Marcelline (Seide und Baumwolle), die keinen einzigen Lichtpunkt bei der Durchsicht zeigt, und für die ich (3) eine Tabelle gegeben habe. Man findet die Angabe, dass bei 50 cm Druck 10,47 cm^3 durch den cm^2 in der Sekunde filtriren, das ergiebt in 130″ 1,36 Liter Wasser. Es würden also 500 cm^2 Fläche die verlangte Wassermenge leicht ergeben. Es scheint mir erwünscht unter geringem Druck zu filtriren und zugleich eine so grosse Netzwand zu haben, dass der Fang keine nennenswerthe Verstopfung bewirken kann. Es mögen daher 2 m^2 Wandfläche benutzt werden, das ist 40 mal mehr als für die Filtration bei 50 cm Druck erforderlich sein würden. Durch diese Fläche sollen in der Sekunde 3846 cm^3 filtriren, um die 500 Liter zu ergeben, das ergiebt ein Filtrat von 0,1932 cm^3 pro cm^2 Fläche. Bei 0,4 cm Druck filtrirt die Marcelline 0,215 cm^3, also ist der Gegendruck, der im Netz entsteht, ganz verschwindend gegenüber dem Druck von 2.87 cm, der für den Einfluss zu rechnen ist. Bei so geringem Druck können die Planktonformen nicht leiden, aber bei der Herausnahme des Netzes muss vorübergehend ein höherer Druck eintreten, der nur dadurch, dass die Wassersäule bei der Herausnahme und Entfaltung des Netzbeutels sehr niedrig wird, gering bleibt. Eine gute Konstruktion des Netzes gestattet, dass das Schiff unbehindert seine Reise fortsetzen kann und macht den Fang in weiten Grenzen unabhängig vom Wetter. Beides ausserordentlich wichtig.

Die Aufgabe ist zunächst die, in einen festen Behälter von möglichst kleinen Dimensionen, namentlich von kleinem Querschnitt, eine sehr grosse filtrirende Fläche hineinzubringen. Es soll aber ferner der Inhalt des Netzes möglichst klein sein, damit nicht viel Wasser in dem gehobenen Netz bleibt, weil man sonst lange Zeit warten müsste, bis diese Wassermenge durch

weitere Filtration möglichst verringert ist. Endlich soll es leicht möglich sein, das Netz zu entfalten, es abzuspülen, wo nöthig auszuwaschen und von neuem in die Büchse zu bringen.

Man kann die Länge des Netzes oder den Umfang des Netzes zur Flächenvermehrung benutzen. Früher habe ich das Netz mehrfach in sich selbst zurück gestülpt, wie man einen Handschuhfinger zurückstülpen kann. Dabei wird das Netz unbequem lang und nach der Spitze sehr eng, daher gab ich diese Form auf. Man kann die Büchse viereckig machen und die Fläche durch tiefe Einfaltungen, wofür als Vorbild der Balg einer photographischen Kamera dienen kann, vergrössern. Diese Anordnung würde sehr wirksam und bequem sein, wenn das Netz ein für alle Mal sitzenbleiben könnte, soll es aber immer wieder in solche Falten gelegt werden, so wird das Fischen zu unbequem [1]). Eine spirale Aufwicklung des Netzes erscheint praktisch nicht ausführbar. Ich habe daher für den Fang kleinster Formen eine Faltenbildung in der Längsrichtung, die sich bei meinem Cylindernetz bewährt hat, gewählt. Allerdings mit der Modifikation, dass das Netz in einem Gestell liegt, das aus der Büchse völlig herausgezogen wird, wo man dann frei das Netz vorliegen sieht, und alles nöthige daran vornehmen kann. Einen Querdurchschnitt der gewählten Anordnung zeigt die Fig. 3.

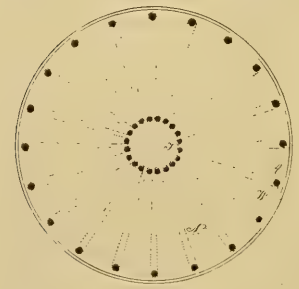


Fig. 3.

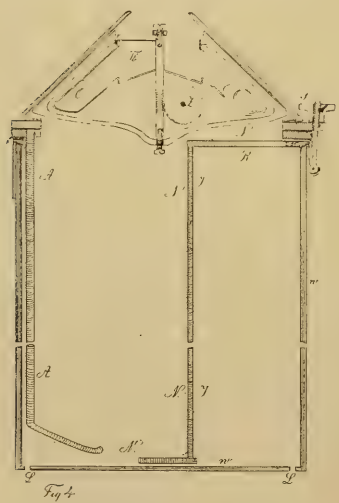


Fig. 4.

Die Reihe der im Durchschnitt sichtbaren inneren Stäbe *J.* liegt ausserhalb des Netzes *N.*, die äusseren Stäbe *A.* liegen innerhalb des Netzes und spannen die Falten. Nachdem das Gestell aus der Büchse *W* genommen ist, entfernt man den Ring der äusseren Stäbchen und kann dann das ganze Netz frei aus dem Gestell herausziehen, es umkehren, abspülen und wieder in das innere Gestell hineinschieben. Darauf schiebt man den Ring der äusseren Stäbe in die Netzfalten hinein.

Der Längsschnitt der Netzbüchse Fig. 4 zeigt die Anordnung der Ringe, die die Stäbchen tragen.

Die Netzfalte ist oben über den inneren Stäben *J.*, unten unter den hier umgebogenen äusseren Stäben *A.* geschlossen. Das Netz *N* ist durch die punktirten Linien angedeutet.

Im Kopf der Büchse befindet sich eine Turbine mit Zählwerk *Z*. Die Turbine sitzt auf einer Axe, die mit Steinen versehen ist; die Spitzen, auf denen sie läuft, sind Iridium-Platina. Es ist ein Uebelstand, dass Eisen wegen des

[1]) Wenn das Netz in dem Gestell liegen bleiben kann, weil es genügend durchlässig ist um von aussenher durchspült zu werden, man daher von vornherein das Netz faltig nähen kann, empfiehlt sich die Bildung von Querfalten. Eine spiral verlaufende Querfalte würde für das Abspülen des Inhalts am bequemsten sein. Die grösste Flächenvermehrung erhält man, wenn man die Falten schuppenartig schräg nach abwärts verlaufen lässt. Vergl. Fig. 5.

Verrostens nicht gut verwendet werden kann. Es würde nicht viel schaden, wenn etwas Wasser neben der Turbine in das Netz fliessen könnte, aber besser ist es, diesen Verlust zu vermeiden. Es greift daher seitlich in das Turbinenrohr eine scharfe Schneide ein, die den seitlichen Einfluss fast ganz aufhebt und Planktonorganismen, die etwa doch durchgehen wollen, so weit zerstückelt, dass sie die Drehung nicht durch Einklemmung verhindern können. Ueber dieser Schneide ist das Turbinenrohr äusserlich mit einigen Leisten *r* besetzt, so dass bei der Drehung das Wasser von dem Eingang in den Ring unter *r* fortgetrieben wird. An der Axe der Turbine ist ein Zählerwerk angebracht, dass bis 15000 Umdrehungen zählt. Die Turbine wird für 500 Liter Wasser höchstens 1400 Drehungen vollführen. Bei ziemlich ähnlichen Geschwindigkeiten wird die Turbine relativ richtige Maasse des filtrirten Wassers angeben. Die absoluten Maasse weiss ich vorläufig nur so zu gewinnen, dass der Kopf in Wasser gesetzt wird und dann durch das Mündungsrohr eine Anzahl geaichter Eimer Wasser durchgegossen werden. Es wird sich wohl noch eine bessere Bestimmungsmethode ergeben. Ich finde 1 Drehung = 0,44 Litern.

Bei dem Diagonalzug besteht die Gefahr, dass das Netz auf den Boden des Meeres aufstösst. Diese Gefahr wird durch die in Fig. 2 gezeichnete Anordnung des belastenden Bleigewichts vermieden. Dies Gewicht mag den Boden berühren und man kann es ruhig den Boden berühren lassen, das Netz selbst wird noch bei viel längerer Seilausgabe nicht an den Boden kommen. Sei in dem gegebenen Zahlenbeispiel das Netz 21 Kilo, das Gewicht 20 Kilo schwer, so wird der Seilwinkel α

$$tg\,\alpha = \frac{2Df}{P} = \frac{2 \,.\, 87 \,.\, 256}{21} \qquad \alpha = 89^0\,44'$$

d. h. das Netz wird auch bei noch so langer Seilausgabe den Boden nicht erreichen können.

Man kann den Augenblick der Berührung des Gewichts mit dem Boden feststellen, theils durch Beobachtung des Seils, theils durch Bestreichen des Gewichts mit Talg und einige Versuche. Dann erfährt man die Schnelligkeit, mit der das Netz sinkt, daraus berechnet sich die Entfernung des Schiffs von dem Ort der Bodenberührung, daraus der $< \alpha$ und die ganze Länge der Diagonale. Die über diese Länge hinaus gehende Länge des ausgegebenen Seils ergiebt den Bogen den das Seil macht, woraus sich weiter die Tiefe bis zu der das Netz gesunken ist, und die auszugebende Seillänge bestimmt, wenn man nicht bis zur Bodenberührung gehen will. Man könnte einen Theil des Gewichts durch eine Schaufel ersetzen, die so gestellt wird, dass sie das Netz hinab drückt. Es entstehen dann Schwierigkeiten für den Aufzug des Netzes, die zwar durch anderweite Einrichtungen vermindert werden können, aber doch so unbequem sind, dass ich diese Möglichkeit nicht weiter verfolge.

Eine Bestimmung in grober Annäherung kann durch Vergleichung mit dem Fang des Planktonnetzes gewonnen werden. Ich habe bisher die Masse des filtrirten Wassers nur als Minimalzahl berechnen können, indem ich bestimmte, wieviel das Netzzeug bei dem durch den Aufzug im Netz gesetzten Druck zu filtriren vermochte. Es ergiebt die Rechnung ein zu grosses Filtrat, also eine zu geringe Menge des Fangs pro Einheit der Oberfläche, weil im Netz, wie schon erwähnt, der Druck am Anfang des Netzes grösser ist, als der berechnete mittlere Druck. Wenn die Einflussöffnung sehr klein wird ist überhaupt der Druck im Netz verschwindend

klein, es fliesst dann so viel Wasser in das Netz, wie der Fläche der Oeffnung mal der Geschwindigkeit des Zuges entspricht. Ich habe im Verein mit Dr. Apstein die Mengen der *Ceratium tripos* gezählt, welche in das Planktonnetz bei gleich raschem Zug, aus gleicher Tiefe, an gleicher Stelle im Verlauf weniger Stunden, einmal bei einer Einflussöffnung von 91 cm² und dazwischen bei einer Oeffnung von 1000 cm² kamen.

Es ergab sich die folgende Tabelle

91 cm² Oeffnung		1000 cm² Oeffnung	
Fang 1	— 2 141 643 Ceratien	Fang 7	— 16 655 000 Ceratien
„ 2	— 1 929 042 „	„ 8	— 16 970 000 „
„ 3	— 2 026 847 „	„ 9	— 16 491 758 „
„ 4	— 1 904 238 „	(„ 10	— 13 955 000) Material übergegossen und verloren
„ 5	— 1 750 000 „	(„ 11	— 15 537 500)
„ 6	— 1 975 000 „		
„ (12	— 3 370 674) „		
„ 13	— 2 162 979 „		
„ 14	— 2 132 480 „		
„ 15	— 2 265 500 „		
„ 16	— 2 050 846 „		
„ 17	— 2 304 078 „		

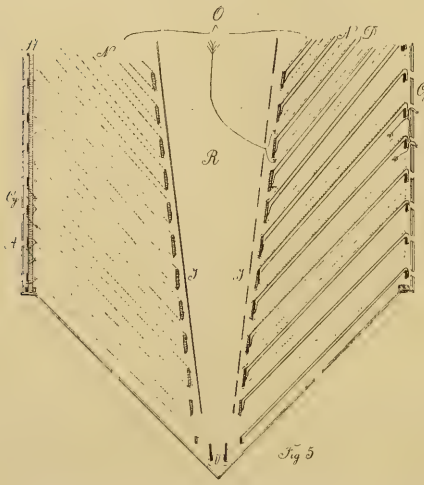
Fang 10 ist auszuschalten weil Material aus dem Filtrator verloren ging; Fang 11 und 12 sind fehlerhaft, weil von der Masse des Fang 11 etwas in dem Filtrator geblieben ist und dadurch dieser Fang 11 um so viel zu klein wurde, wie Fang 12 zu gross geworden ist.

Die Summe der 11 Fänge ist = 22 692 658 oder das Mittel 2 062 969 Ceratien. Die Summe der 3 Fänge mit weiter Oeffnung ist = 50 046 758 oder das Mittel = 16 682 253. Der Ansatz: 2 062 969 : 16 682 253 = 91 : x . x = 735,9 cm² ergiebt das x oder die Einflussfläche für eine Einflussgeschwindigkeit gleich der des Aufzuges des Netzes statt zu 1000 cm² nur zu 735,9 qcm² also 264,1 cm² kleiner genommen werden muss. Es fängt danach das Planktonnetz 35,9% weniger, als es fangen würde, wenn im Netz kein Druck stände. Um aus seinem Fang die Planktonmenge unter den m² Oberfläche zu finden, muss der Fang mit 13,59 multiplizirt werden. Nach Rechnung aus der Filtrationsfähigkeit des Netzes und dem mittleren Druck ergab sich, dass der Fang mit 12,4 zu multipliziren sei, diese Differenz könnte Einsicht in das im Netz herrschende Druckgefälle geben. Der jetzt gefundene Faktor von 13,59 giebt für ein nach Vorschrift gebautes, noch nicht sehr viel gebrauchtes Planktonnetz ein so richtiges Maass, wie bei der immerhin unter kleiner Fläche nicht völlig gleichmässigen Vertheilung des Planktons vernünftiger Weise verlangt werden kann. Dem Wunsch nach grösster Genauigkeit der quantitativen Bestimmungen aller, durch die Poren des Netzes nicht durchgehender Organismen des Plankton, stehen eine Anzahl von Hindernissen entgegen. 1) Das Schiff ist häufig nicht genau am Fleck zu erhalten und Unterströmungen treiben das Netz ab. Das Netz erreicht dann nicht die abgelesene Tiefe und fischt wegen schrägen Verlaufs in den höheren Wasserschichten mehr, als es sollte. 2) Die Zuggeschwindigkeit des Netzes ist bei Seegang unregelmässig. 3) Es tritt bei langem Liegen des feucht gebliebenen Netzes und beim

Trocknen in der Sonne eine Schrumpfung des Netzes ein. Früher natürlich bei schlechter Behandlung des Netzes, aber schliesslich doch unvermeidlich. 4) Das Netz erfährt durch Einkeilung von Organismen und durch Antrocknen des Schleim's schliesslich eine Verstopfung vieler Poren, die permanent bleibt. Die Uebelstände unter 1 und 2 können auf die Fangmasse in verschiedenem Sinn einwirken, eher allerdings vermehrend als vermindernd, die Uebelstände unter 3 und 4 vermindern die Fangmasse. Ich habe selbstverständlich diese Uebelstände nicht nur zuerst erkannt und hervorgehoben, die Verminderung der Filtration durch die Schrumpfung auch numerisch bestimmt (4, S. 86), ich habe aber auch stets hervorgehoben, dass die gemachten Fänge immer nur einen Theil dessen ergeben könnten, was unter der Flächeneinheit das Meer birgt. Man kann übrigens die genannten Uebelstände sehr vermindern. Die Seide kann man durch Thran gerben, sie schrumpft dabei nicht merklich und filtrirt ebensogut und scheint haltbarer zu werden, doch habe ich in dieser Beziehung noch nicht genügende Erfahrung sammeln können. Wer das Schrumpfen sehr fürchtet, muss eben das Netzzeug oft erneuen. Die permanente Verstopfung kann nur durch Ueberstreichen mit nassem Badeschwamm entfernt werden, wer die möglichste Genauigkeit verlangt, muss diese Arbeit nicht scheuen.

Sehr wünschenswerth bleibt es, stets die Menge des filtrirten Wassers erfahren zu können. Die Rechnung ergiebt, dass man mit einem Büchsennetz von etwa 450 cm^2 Querschnitt und 100 cm^2 Oeffnung bei einer Netzfläche von 3 m^2 in 5 Minuten würde etwa 24 m^3 filtriren können, ohne im Netz aus Gaze Nr. 6 einen grösseren Druck als 5 mm zu haben. Dieser Druck würde grösseren Organismen noch kaum schädlich werden können. Die angegebene Menge von Filtrat wäre mindestens für die quantitative Bestimmung von Fischeiern erforderlich. Wenn man das Netz sehr langsam ausgiebt und einholt kann man natürlich noch längere Zeit fischen. Bei dem Vertikalzug kann man nicht die Länge der durchfischten Wassersäule vermehren, der „Diagonalzug" hat den Vortheil, dass für die Verlängerung der Wassersäule ein weites Feld verbleibt. Bei so kleinen Netzflächen, wie in solchem Fall nur angebracht werden können, spielt die Belegung des Netzes mit Fang schon eine grosse Rolle. Wenn sich eine derartige Belegung so bilden sollte, dass auch kleinere Organismen gefangen werden, so würde die Fangmasse überaus gross und dadurch lästig werden. Der Fang kleinerer Formen tritt in der That bei meinen Vertikalnetzen und ebenso, wie auch M. Weber (8) berichtet, bei dem Cylindernetz ein. Vermieden kann eine Verstopfung, die ja auch den Druck im Netz sehr in die Höhe treiben würde, dadurch werden, dass die ganze Netzfläche von vornherein möglichst gleichmässig in Anspruch genommen wird. Dies kann geschehen, wenn man von den Löchern im Boden aus Röhren bis zur Mitte des Netzes oder darüber hinaus führt und Anbohrungen der Röhren anbringt, die so eingerichtet sind, dass der Zug sich möglichst gleichmässig über die Querschnitte des Netzes vertheilt. Diese Röhren nehmen aber in dem Fall, dass grosse Mengen von Wasser abfiltrirt werden sollen, in der Büchse zu viel Platz fort und vermindern also zu sehr die Netzwand. Ich ziehe daher vor, die Wand der Büchse seitlich anzubohren, also den Zug nicht zu Hülfe zu nehmen. Man kann allerdings auch bei seitlicher Bohrung den Zug erhalten, wenn man die Oeffnungen von vorne her überdacht,

aber dadurch wird der Querschnitt der Büchse sehr erheblich vergrössert, was nicht zu empfehlen ist. Es kann ferner der Einstrom dadurch gleichmässig vertheilt werden, dass man unter der Turbine ein Rohr anbringt, das durch die ganze Länge der Büchse verläuft, wie die Fig. 5 bei *R* andeutet, und das sich konisch verdünnt, dabei seitlich so angebohrt wird, dass das Wasser überall gleich stark in den Raum einströmt. Dadurch wird also eine lokale Anhäufung des Fangs thunlichst unmöglich gemacht, es wird Alles, was nach seinen Dimensionen durch die Poren des Netzes gehen kann, durchschlüpfen, man erhält nur die grösseren Organismen. Das Netzzeug wird in Kreisfalten zusammen genäht und so disponirt, wie es die Figur 5 bei *N* zeigt. Da das Netz nicht aus dem Rahmen herausgenommen zu werden braucht, weil es genügend porös ist um von aussen her abgespült werden zu können, kann man es so anordnen, wie die Abbildung zeigt. Es wird dabei unzerreisbar und bietet eine sehr grosse Oberfläche, so dass in einer Büchse von 24 cm^2 Querschnitt und 0,6 m Länge 3 m^2 untergebracht werden können. Die Büchse muss allerdings hinten konisch zugespitzt werden, wodurch sich aber der Zug nicht vermehrt und; man gewinnt vorne für die Turbine den benöthigten Raum, wenn man die Einflussöffnung etwa 100 cm^2 gross machen will. Von dem Querschnitt der Büchse, der 452 cm^2 betragen würde, kommen 100 cm^2 in Abzug. Soll die Diagonale wieder in einem Winkel von 47^0 verlaufen bei Ausgabe von 50 cm Seil in der Sekunde, so findet sich das Gewicht des Netzes im Wasser = x zu



Unterer Theil eines Netzes für den Fang von Fischeiern mittelst Diagonalzug. *Q* der Durchmesser des Rohres *R* unter der Turbine. *Cy* die Wand der Büchse, für den Austritt des Wassers überall durchbohrt. *St.* Stab des Netzgestells. An diesen Stäben ist ein Ring befestigt — die schwarzen Rechtecke, die links und rechts im Durchschnitt gezeichnet sind. — Von diesen Ringen aus gehen die Stäbe *D* schräg nach abwärts bis zu den im Durchschnitt gezeichneten Ringen *J*, an denen sie festsitzen. Darüber werden die Netzfalten *N* so gelegt, wie die Figur es zeigt. Ganz unten findet das Netz mit dem durch den Stöpsel *V* geschlossenen Rohr seinen Abschluss. Bei dem Bespülen des aus der Büchse gezogenen Netzes wird der ganze Fang sich an dem Rohr sammeln, weil er in den Falten hinab gleitet. Der Gang des filtrirenden Wassers ist durch die Pfeile angedeutet.

$$x = \frac{2 \,.\, 87 \,.\, 352}{tg\ 47^0} = 44900 \text{ g.}$$

Das Netz würde 50 Liter per Sekunde fischen, also bei 3 m^2 Fläche 1,7 cm^3 pro Sekunde und cm^2 Fläche. Dazu würden bei Zeug Nr. 6, 2 mm Druck mehr als genügen. In 20″ würde 1 m^3 Wasser filtrirt sein, für Untersuchung auf Fischeier sollten 30 m^3 filtrirt werden, was also 10 Minuten erfordern würde. Man wird daher langsam Seil ausgeben oder mehrmals auf und abgehen, ehe man das Netz an Bord nimmt. Das Verfahren dürfte gegen den Vertikalzug mit grossem Netz sehr grosse Vortheile bieten, weil der Fang reiner ist und weil das Schiff fortwährend laufen und fortwährend gefangen werden kann. Die Kosten einer solchen Einrichtung kommen gegen die Kosten des Schiffs nicht in Betracht.

Die Bedenken gegen das Büchsennetz bestehen, wie erwähnt, darin, dass es beim Sinken an der Oberfläche viel fangen wird, bei dem Aufholen dagegen schon etwas verstopft sein wird und daher an der Oberfläche besonders ungünstig fängt. Ausserdem wird sich bei Seegang das Netz nicht ganz so in der Diagonale bewegen, wie das geschehen sollte, sondern es wird steigen und stark filtriren, wenn das Fahrzeug in ein Wellenthal hineinschiesst und umgekehrt. Ueberhaupt schadet Seegang der Regelmässigkeit des Fischens. Dass die filtrirte Wassersäule sehr lang ist und schräg liegt, muss die Beweiskraft der Stichprobe eher verbessern als verschlechtern; eng begrenzte Ansammlungen werden freilich weniger deutlich hervortreten, aber deren Vorkommen ist sehr selten und wird meistens an der Oberfläche stattfinden, daher direkt gesehen oder durch das Korbnetz entdeckt werden können. Man wird die Büchsennetze auch aussegeln und wohl auch ausrudern können, nur werden sie für die viel geringere Geschwindigkeit des Zuges entsprechend leichter zu machen sein. Was hier nöthig ist, lässt sich ja leicht berechnen. Die Praxis wird zwar, in Folge der Reibung des Seils und an der Peripherie der Büchse etwas andere Resultate, als die der so einfachen Rechnung ergeben, aber darin wird man sich zurechtfinden können, eine genauere Rechnung wird so verwickelt, dass sie wenig reellen Nutzen bringen dürfte.

Citirte Schriften:

1) H. Lohmann, Ueber das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, N. F. Bd. V., Abth. Kiel.

2) Haeckel, Planktonstudien, Jena 1890.

3) Hensen, Ueber die Bestimmung des Plankton. V. Bericht der Kommission zur wiss. Untersuchung der deutschen Meere. XII. bis XVI. Jahrg. 1887.

4) Hensen, Ergebnisse der Planktonexpedition, Bd. I B. Methodik der Untersuchungen, Kiel 1895.

5) Fischer, Ergebnisse der Plankton-Expedition Bd. IV. g. Bakterien des Meeres. S. 60.

6) A. Borgert, Ein einfaches Netz zum Fischen von Plankton bei schneller Fahrt.

7) Gaston Buchet, Considerations au Dosage du Plankton de Surface, Paris, Bureaux des deux Revues. 1900. Der Apparat wird wesentlich ähnlich von Buchet seit 1894 immer wieder beschrieben.

8) Max Weber, Die niederländische Siboga-Expedition, Petermann, Geographische Mittheilungen Hft. VIII, 1900.

Ueber

die Nahrung von Thieren

aus der

Kieler Bucht.

Von

Ernst Rauschenplat.

---

1. Einleitung.

Die Nahrung der für den Menschen nützlichen Meeresthiere ist vielfach untersucht worden und deshalb im Allgemeinen bekannt. So finden sich zum Beispiel in den Werken von Kröyer, Günther, Möbius und Heincke, Cunningham, Mc'Intosh Zusammenfassungen der Resultate von Untersuchungen über die Nahrung der Nutzfische. Bezüglich der niederen Thiere dagegen, die den Nutzthieren zur Nahrung dienen, finden sich in der Litteratur nur zerstreute Angaben in dieser Hinsicht. Daher habe ich die gemeinsten Arten der Wirbellosen sowie einige besonders häufige kleine Fische der Kieler Föhrde auf ihre Nahrungsweise untersucht, und die einschlägige Litteratur nach Möglichkeit zusammengestellt.

Die nachstehende Uebersicht giebt die Arten an, welche ich selbst untersucht habe und ausserdem in Parenthese diejenigen, über welche nur nach Litteraturangaben Zusammenstellungen gemacht sind. Die Anzahl der untersuchten Exemplare habe ich hinter dem Speziesnamen angegeben, damit jeder sich ein Urtheil bilden kann, wie weit meine Schlüsse berechtigt sind.

Coelenterata.

Aurelia aurita L. . . . . etwa 20
Scyphostoma 15
Gonothyraea Lovenii Allman. . . etwa 10
Cordylophora lacustris Allman. . etwa 10
(Actinia).

Echinodermata.

Asteracanthion rubens L. . . . etwa 20
Ophioglypha albida Forb. 42

Vermes.

Priapulus caudatus Lamarck. . . . 16
Halicryptus spinulosus v. Sieb. . . 10
Pectinaria belgica Pallas. 14
Terebellides Stroemii Sars. 11
Polydora ciliata Müller. . . . . einige
Spirorbis nautiloides Lamarck. . etwa 10
Amphitrite Johnstonii Malmgren. . . 7
Flabelligera affinis M. Sars. . . . 9
Nephthys 15
Nereis diversicolor Müller. 20
Nereis pelagica L. 2
Harmothoe imbricata L. 13
Lepidonotus squamatus L. 12
Arenicola marina L. . . . . etwa 20

Crustacea.

Balanus crenatus Brugière 13
Balanus improvisus Darwin. . . . 18
Gammarus locusta L. 38
Amathilla Sabinei Leach. 11
Amphithoe podoceroides Rathke. . . 6
Orchestia litorea Montagu. 10
Idothea tricuspidata Desm. 34
Jaera marina Fabr. 5
Cuma Rathkei Kröyer. 30
Mysis inermis Rathke. 6
Mysis flexuosa Müller. 17
Crangon vulgaris L. 24
Leander adspersus Rathke. 26
Carcinus maenas L. . . . . etwa 20

Mollusca.

Rissoa octona L. 34
Cerithium reticulatum da Costa . . 16

Litorina litorea L.	24
(Hydrobia ulvae) Pennant.	
Acera bullata Müller.	9
(Aeolis).	
Mytilus edulis L.	30
Cyprina islandica L.	22
Astarte borealis Chemnitz.	12
Mya arenaria L.	16
Mya truncata L.	9
Cardium edule L.	12
Cardium fasciatum Montagu.	5
Tellina baltica L.	25
Scrobicularia piperata Gmelin	6

Tunicata.

Ascidia canina O. F. Müller.	22
Cynthia grossularia van Ben.	30
Cynthia rustica L.	9

Pisces.

Gobius Ruthensparri Euphrasén	19
Gasterosteus pungitius L.	12
Spinachia vulgaris Flem.	11
Nerophis ophidion L.	11
Siphonostoma typhle L.	21
Pleuronectes platessa (jung) L.	32
Pleuronectes flesus (jung) L.	28

2. Methodik.

Zur Ermittelung der Nahrung und Ernährungsweise stehen vier Wege offen:

1. die Beobachtung in der Natur,
2. die Beobachtung im Aquarium,
3. Fütterungsversuche,
4. Darmuntersuchungen.

Die Beobachtung in der Natur ist bei Wasserthieren schwerer als bei Landthieren möglich. Die meisten leben in Tiefen, in die das Auge nicht zu dringen vermag und die wenigen am Strande lebenden Thiere sind zu klein, als dass man ihre fressende Thätigkeit mit Erfolg beobachten könnte. Trotzdem ist die Beobachtung in der Natur unerlässlich, der Inhalt des Schleppnetzes liefert oft wichtige Anhaltspunkte. Lokales Vorkommen, Häufigkeit, Bodenverhältnisse lassen sich daraus erkennen und gestatten oft Schlüsse auf die Rolle, die die betreffenden Thiere als Nahrungsthiere und als Konsumenten spielen. Zu der Beobachtung in der Natur gehören auch die Reusenversuche, die der Fürst von Monaco zu wissenschaftlichen Zwecken verwerthet hat. Im Sommer 1899 stellte Herr Dr. med. Buerkel [1]) in der Kieler Bucht Reusen-

[1]) Emil Buerkel: Biologische Studien über die Fauna der Kieler Föhrde (158 Reusenversuche) Kiel und Leipzig 1900.

Der Unterzeichnete benutzt die Gelegenheit, über die Veröffentlichung des Herrn Dr. Buerkel einige Worte der Aufklärung hier einzufügen, weil die Untersuchungen dazu in dem hiesigen zoologischen Institut ausgeführt sind. Die Aufgabe, die ich ihm gestellt hatte, bestand darin, zunächst durch eine grössere Anzahl von Reusenversuchen festzustellen, welche Meeresthiere der Kieler Bucht sich durch frischen oder faulen Köder, durch Glühlampen oder glänzende Gegenstände anlocken lassen und in welcher Menge die einzelnen Arten in verschiedenen Reusen und auf verschiedenen Gebieten angetroffen werden. Ausserdem sollten bei Thieren, die sich anlocken liessen, durch Aquarium-Versuche Sitz und Stärke der Sinneswahrnehmungen näher untersucht werden. Die Untersuchungen des Herrn Dr. Buerkel waren über das Stadium der Vorversuche noch nicht wesentlich hinausgekommen, als er die Arbeit abbrechen musste, um nach Deutsch-Südwestafrika sich zu begeben. Leider hat Dr. Buerkel gegen meinen ausdrücklichen Wunsch die Arbeit in der vorliegenden Form (Biologische Studien 1900) veröffentlicht.

Wenn nur die ganz einwandfreien Reusenversuche in Betracht gezogen wären, wenn dann der Verf. sich der Mühe unterzogen hätte, das Ganze meinen Vorschlägen entsprechend umzuarbeiten, vieles Ueberflüssige oder gar Unrichtige fortzulassen und dafür die Originalbefunde mitzutheilen, so wäre immerhin brauchbares Material für weitere Arbeiten in der einmal eingeschlagenen Richtung gegeben worden. Da aber Dr. Buerkel die in unvollkommener Weise ausgeführten Vorversuche mit den methodisch einwandfreien späteren Versuchen zusammengeworfen hat und da er auch nur von 20 der 149 Reusen das Protokoll selbst (in Anlage 6) mittheilt, alle andern Werthe aber nur in umgerechneter, nicht kontrolirbarer Form wiedergiebt, so muss ich die Verantwortung für diese Schrift entschieden ablehnen.

Auf einen groben Fehler hatte ich den Verf. schon aufmerksam gemacht, als er mir das Manuskript vorlegte. Buerkel hatte sich nicht die verhältnissmässig geringe Mühe gemacht, die freilebenden Nematoden, die sich auf dem Köder eingefunden hatten, zu zählen. Wenn er sich damit begnügt hätte, anzugeben, dass meist sehr viele Nematoden, oft mehrere Hundert, auf dem Köder solcher Reusen, die in der Seegras-Region ausgelegt waren, sich fanden, während die nicht mit Köder versehenen frei von

versuche an, um die Aasfresser der Kieler Bucht zu ermitteln. Die Reusen waren mit frischem oder faulem Fleisch versehen und wurden durchschnittlich drei Tage nach der Zeit des Auslegens wieder aufgenommen. Es war von vornherein anzunehmen, dass nicht alle Thiere, die sich in den Reusen fanden, von dem Köder angelockt wären, sondern dass manche durch Strömungen oder infolge schlechten Sehvermögens hineingerathen sein könnten. Um dieses klarzustellen, wurden einige Reusen ohne Köder gelassen; andere wurden mit hellen Scherben versehen, um zu beobachten, ob diese Anziehungskraft ausübten.

Für die freundliche Einladung zur Theilnahme an den Fahrten sage ich Herrn Dr. Buerkel an dieser Stelle verbindlichen Dank. Einige Beobachtungen, die ich dabei machte, sowie einige Ergebnisse der Reusenversuche werde ich bei der Einzelbesprechung der Thiere erwähnen. Ich selbst habe keine Reusenversuche angestellt.

Die Beobachtung im Aquarium soll dazu dienen, uns über Thiere, deren Lebensweise unserer Beobachtung in der Natur nicht zugänglich ist, Aufklärung zu geben. Es liegt auf der Hand, dass die Lebensbedingungen nicht immer den natürlichen gleichgemacht werden können. Wasserdruck und Beleuchtung, von der Wasserhöhe abhängend, Bewegung des Wassers und Gehalt an organischer Substanz sind mehr oder minder verschieden. Immerhin halten die meisten Thiere gut in den Aquarien aus und wir haben keinen Grund daran zu zweifeln, dass sie eine Lebensweise führen, die derjenigen in der Natur ähnlich ist. Bei kleineren Thieren kann der Akt der Nahrungsaufnahme meist nicht beobachtet werden, bei grösseren dagegen kann man sehr interessante Studien machen. Besonders ist die Beobachtung der allgemeinen Lebensweise, der Ortsbewegung und manches Andere mehr von Bedeutung; sie giebt den Vorstellungen von der Ernährungsweise bestimmte Richtungen und illustrirt die Ergebnisse der Darmuntersuchungen. Im zoologischen Institut in Kiel befinden sich mehrere Seeaquarien, in denen ich Beobachtungen gemacht habe. Bei der Einzelbesprechung werde ich mich wiederholt auf sie berufen.

Durch Fütterungsversuche wollte ich festzustellen suchen, ob die Thiere unter Nahrungssorten, die ihnen in gleichem Masse zugänglich sind, auswählen, und ob sie, falls eine Auswahl getroffen wird, durch Hunger gezwungen werden können, eine für gewöhnlich von ihnen verschmähte Nahrung zu fressen. Ich liess die zum Versuch bestimmten Thiere hungern und bot ihnen dann zwei verschiedene Nahrungssorten, zum Beispiel Seegrasstücke und Miesmuschelfleisch an. Besonders bei *Gammarus locusta* und *Idothea tricuspidata* erzielte ich interessante Resultate, die scheinbar in Widerspruch zu den Ergebnissen der Darmuntersuchungen standen. Es ist jedoch wohl zu berücksichtigen, dass die Lebensbedingungen bei diesen Versuchen sehr von den natürlichen abweichen, und man darf sich daher nicht ausschliesslich auf solche Experimente beschränken.

Weitaus die exakteste Methode ist die der Darmuntersuchungen, denn sie giebt uns Rechenschaft darüber, was ein Thier unter natürlichen Lebensbedingungen gefressen hat. Um Darmuntersuchungen mit Erfolg anstellen zu können, ist es nothwendig, die Thiere sogleich nach dem Fang zu töten, weil sonst die Verdauung fortdauert und den Darminhalt unkenntlich macht. Ich habe fast immer 70 prozentigen Alkohol benutzt, Quallen habe ich auch in schwacher Formollösung getötet. Bei manchen Thieren hat sich auch der 70 prozentige Alkohol als zu schwach erwiesen. Viele Crustaceen, insbesondere die Decapoden, lebten noch lange, und oft habe ich bei der Untersuchung den Magen leer gefunden, und zwar nicht in Folge fortdauernder Verdauung, sondern weil die Krebse den Mageninhalt wieder ausstiessen,

---

Nematoden waren, so wäre das in der Ordnung gewesen. Um nun aber eine Verschiedenheit in der Anlockung durch frischen und durch faulen Köder herauszurechnen, hat er die Menge der nicht durch Zählung festgestellten Nematoden gleich x gesetzt und x mit dem Quotienten aus der Zahl der Fänge, in denen sich Oncholaimen fanden, und der Gesammtzahl der Untersuchungstage multiplizirt. Wenn also Oncholaimus in einer 4 Tage lang ausgestellten Reuse mit faulem Köder konstatirt war, so waren nach Buerkel täglich 0,25 x gefangen worden, während, wenn in einer nur 3 Tage lang ausgestellten Reuse mit frischem Köder Nematoden gefunden waren, der Werth 0,33 x von Buerkel erhalten wurde. Aus dieser rein zufälligen Verschiedenheit der Untersuchungstage schliessen zu wollen, dass frischer Köder mehr Oncholaimen anlockt als fauler, ist — wie ich Herrn Dr. Buerkel schon vor seiner Veröffentlichung gesagt habe — falsch, denn es kommt vor allem auf den verschiedenen Werth von x selbst an, und der kann nur durch Zählung festgestellt werden. Ich befürchte, dass auch mancher der anderen Schlüsse von Buerkel bei näherer Prüfung der Untersuchungs-Protokolle, deren Zustellung mir Dr. Buerkel seit einem Jahre versprochen hat, sich als Irrthümer erweisen werden.

K. Brandt.

sobald sie in Alkohol gesetzt wurden; manchmal fand ich ihn noch zwischen den Mundwerkzeugen. Wiederausstossen der Nahrung in Alkohol habe ich auch bei *Halicryptus spinulosus* und *Priapulus caudatus* beobachtet, doch handelte es sich bei diesen Würmern immer nur um kleinere Portionen des Darminhaltes. Vermuthlich ist auch bei anderen Thieren, deren Darm leer war, der Grund für diese Erscheinung in dem Ausbrechen des Darminhaltes zu suchen. Man könnte solche Thiere in einem feinen Seidenbeutel oder in besonderen Gefässen isolirt konserviren und den Rückstand nach Herausnahme des Thieres untersuchen; doch ist zu berücksichtigen, dass oft an der Körperoberfläche Fremdkörper haften, die möglicherweise im Alkohol abfallen. Die Methode der Darmuntersuchungen krankt noch an anderen Uebeln. Abgesehen davon, dass die Freilegung der verdauenden Kavitäten bei manchen kleinen Thieren bedeutenden Schwierigkeiten begegnet, und dass viele Bestandtheile des Darminhaltes garnicht oder nur ungenau bestimmt werden können, sind es im wesentlichen zwei Punkte, die schwer ins Gewicht fallen. Erstens findet man oft bei räuberischen Thieren ausser dem eigentlichen eigenen Darminhalt auch noch den der gefressenen Thiere, wodurch die Deutung erschwert wird. Zweitens kann thierische Nahrung nur schwer nachgewiesen werden, wenn keine festen Bestandtheile, wie Krustaceenpanzer, Chätopodenborsten oder Molluskenschalen gefunden werden. Die nackten thierischen Zellen verfallen der Verdauung viel leichter, als die allseitig mit einer Membran umschlossenen pflanzlichen. Hierdurch wird man leicht zu Trugschlüssen verleitet. Aber trotz aller dieser Mängel halte ich die Darmuntersuchungen, begleitet von Beobachtungen und Versuchen, für die geeignetste Methode und habe sie auch vorwiegend befolgt. In vielen Fällen habe ich mir Dauerpräparate angefertigt, um sie bei weiteren Untersuchungen zum Vergleich mit dem Darminhalt von Thieren heranziehen zu können, die an anderen Stellen und zu anderer Zeit gefangen wurden.

3. Ueber die Nahrung, die den hier in Betracht kommenden Thieren zur Verfügung steht.

Die Nahrung der Thiere zerfällt in pflanzliche und thierische. Doch ist es rathsam, gleich zwei Nahrungsquellen abzusondern, das Plankton und den Detritus. Beide sind ein Gemisch thierischer und pflanzlicher Bestandtheile. Das Plankton setzt sich aus kleinen und kleinsten lebenden Organismen zusammen, und unter Detritus versteht man bekanntlich die abgestorbenen, zerfallenden Pflanzen und Thiere. Sowohl beim Plankton als auch beim Detritus kommt es daher nicht auf eine Gegenüberstellung der vegetabilischen und animalischen Bestandtheile an, sondern vielmehr auf die Würdigung ihres Gesammtnährwerthes. Ich unterscheide demnach vier grosse Nahrungsquellen, nämlich

1. die pflanzliche Nahrung,
2. die thierische Nahrung,
3. das Plankton,
4. den Detritus.

Die pflanzliche Nahrung sondere ich wiederum in grosspflanzliche und kleinpflanzliche, mit der Unterscheidung, dass die grosspflanzliche, um aufgenommen werden zu können, erst zerkleinert werden muss, während die kleinpflanzliche Kost in Form ganzer Organismen aufgenommen werden kann. Demgemäss rechne ich zur grosspflanzlichen Nahrung das Seegras und die vielzelligen Algen, zur kleinpflanzlichen die festsitzenden und am Boden lebenden Diatomeen, die pennaten Formen. Die freischwimmenden, cyklischen Diatomeen gehören, ebenso wie die Peridineen, dem Plankton an. Jedoch ist der Unterschied zwischen Ufer- und Planktondiatomeen nicht streng durchzuführen, da viele pennate Formen im Plankton, und manche cyklische am Boden vorkommen. Karsten[1]) zählt 15 im Plankton lebende pennate Formen auf, und Herr Dr. Lohmann theilte mir mit, dass er in einem Wasservolumen von 38 l, das an einem

[1]) George Karsten: Die Diatomeen der Kieler Bucht. Kommiss.-Berichte. Neue Folge 4. Bd. Abth. Kiel.

Novembertag des Jahres 1899 an der Oberfläche der Föhrde geschöpft worden war, 68000 Exemplare von *Cocconeis* gefunden hat, einer Diatomee, die sonst epiphytisch auf Seegras und Algen lebt.

1. Grosspflanzliche Nahrung.

Zur grosspflanzlichen Nahrung rechne ich, wie schon erwähnt, das Seegras und die mehrzelligen Algen. Pollenkörner, Algensporen, Protococcoideen *(Merismopedia)* und eine andere kleine Alge *(Rhizoclonium?)* lasse ich unberücksichtigt, weil ich sie nur vereinzelt fand, und weil ich nicht entscheiden konnte, ob sie dem Plankton oder der Bodenflora angehörten; das Vorkommen der Pollenkörner war sicher rein zufällig, denn es handelte sich um solche von Coniferen. — Die grosspflanzliche Nahrung findet sich in lebendem Zustande nur in den Küstenzonen, und ihre Menge nimmt mit wachsender Tiefe ab. „Nur in seichtem Wasser ist der Pflanzenstreifen dicht, während nach dem tiefen Wasser hin die Vegetation bald spärlicher und immer spärlicher wird [1])." In der Kieler Bucht gestaltet sich der Pflanzenwuchs bekanntlich derartig, dass die Ufer der ganzen Föhrde, abgesehen von dem innersten Theil von einem unterseeischen Seegrasgürtel umfasst sind. Während dieser im inneren Theil der Föhrde, oft mit Algen und Enteromorphen vermischt, nach der Mitte zu in die Region des Mud übergeht, ist im äusseren Theil noch eine Zone eingeschaltet, nämlich die der Roth- und Braunalgen. In den Regionen der lebenden Pflanzen stösst man auf ein reiches Thierleben. Zwar sind es, wie wir weiter unten sehen werden, nur wenig Thierarten, die sich von lebender grosspflanzlicher Kost nähren, aber sie treten in so grosser Individuenzahl auf, dass sie zu den gemeinsten Thieren der Kieler Bucht gehören. Indirekt haben die lebenden Gewebspflanzen, wie auch Brandt [2]) betont, für die Ernährungsverhältnisse Bedeutung, indem sie den Diatomeen zur Ansatzstelle dienen. Diese werden zusammen mit dem auf der Oberfläche der Pflanzen haftenden Detritus von manchen Schnecken abgeweidet. Andere Thiere, wie Ascidien, Schwämme und junge Muscheln setzen sich an den Pflanzen fest, um die im Wasser suspendirten organischen Bestandtheile aufzunehmen, wozu vielleicht die durch Wellen und Strömungen verursachten Bewegungen der Pflanzen förderlich sein mögen.

Viel bedeutender als die lebenden Pflanzen sind für die Ernährung der Thiere die abgestorbenen und zerfallenen Gewebspflanzen. Durch Wellenschlag und durch den Sogstrom gelangen diese in das tiefere Wasser und bilden hier den Hauptbestandtheil des Detritus. Andererseits werden auch grosse Mengen von Seegras, die durch Wellenschlag entwurzelt oder abgerissen werden, an den Strand gespült und dienen hier zwei Arten von Flohkrebsen, die das Wasserleben mit dauerndem Aufenthalt auf dem Lande vertauscht haben, zur Nahrung. Endlich ist bei der grosspflanzlichen Nahrung auch noch das Holz der Pfähle zu erwähnen, das von einem Isopoden *Limnoria lignorum,* gefressen wird.

2. Die kleinpflanzliche Nahrung.

Was die festsitzenden oder am Grunde lebenden Diatomeen anbetrifft, so glaube ich auch ihnen eine grosse Bedeutung als Thiernahrung beilegen zu dürfen. Hensen [3]) erkennt den Diatomeen nur sehr geringen Nährwerth zu. Zwar hat er dabei in erster Linie die Plankton-Diatomeen im Auge, aber ich erwähnte schon, dass die Unterschiede zwischen Grund- und Plankton-Diatomeen sich sehr verwischen. Wie sich pennate Formen im Plankton finden, so kommen auch cyklische am Grunde vor. *Coscinodiscus* und eine dickwandige *Melosira,* die ich nicht bestimmen konnte, habe ich im Darm von manchen Schnecken ebenso häufig gefunden wie im Darm von Planktonzehrern, und zwar mit Zellinhalt. Darum thut man gut, die Diatomeen auf ihren Gesammtnährwerth zu prüfen. Brandt [4]) hat Untersuchungen über den Nährwerth der Diatomeen angestellt, und ist zu dem Ergebniss gekommen, dass die Diatomeen in der That grossen Nährwerth besitzen. Ein von Brandt angestellter Vergleich zwischen der chemischen Zusammensetzung

[1]) Karl Brandt: Ueber den Stoffwechsel im Meere. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. Abth. Kiel. Neue Folge. Bd. IV p. 11 (223).

[2]) Karl Brandt: Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wiss. Meeresunters. Neue Folge. Bd. III Heft 2, p. 45 (3).

[3]) Victor Hensen: Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. 5. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. Berlin 1887.

[4]) Karl Brandt: Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons, l. c. p. 89 (47).

der aschefreien Diatomeensubstanz mit der aschefreien Trockensubstanz von Futterpflanzen zeigt, dass der Nährwerth der Diatomeen im Allgemeinen von Futterpflanzen nicht erreicht wird.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Futterwicke, sehr gut	26,6	3,0	70,0
Fettweide	23,0	5,0	72,0
Lupine, gut (Mittel von mittelgutem und sehr gutem Lupinengrünfutter.)	25,5	2,8	71,6
Lupine, sehr gut	29,3	2,8	67,8
Erbsenkörner	27,2	2,3	70,4
Diatomeen	28,7	8,0	63,2

„Man darf allerdings nicht ausser acht lassen, dass mehr als die Hälfte der ganzen Diatomeentrockensubstanz aus der für die Ernährung werthlosen Kieselsäure besteht. Die Kieselsäureschalen der Planktondiatomeen sind aber recht dünn im Vergleich zu denen der Uferdiatomeen. Trotzdem werden die letzteren viel gefressen. Auch Planktondiatomeen findet man häufig im Darm von Ascidien und anderen Küstenthieren, sowie im Darm von echten Planktonthieren, wie Salpen u. s. w. (Brandt [1]).

Ferner führe ich hier einige Angaben und Citate an, die ich der Karstenschen Diatomeenarbeit entnehme. Karsten erwähnt zunächst selber, dass manche Grunddiatomeenbestände regelmässig von Amöben bewohnt seien, die sich ausschliesslich von den betreffenden Diatomeen nähren dürften, wenigstens habe er nie andere Gebilde von ihrem Körper umschlossen gefunden. Ferner bemerkte Karsten den Schaden, den wenige Exemplare von *Corbula gibba* anrichteten; er schildert, wie diese Muscheln mit dem eingesaugten Wasserstrom alle ihnen erreichbaren Diatomeen aufnähmen. Die Untersuchung des Kothes ergab dann, dass die Schalen mehr oder weniger ausgenutzt waren. Von Apstein und von Zacharias sind Schalen von *Melosira* im Darminhalt von einigen Cladoceren und Copepoden nachgewiesen worden. Lohmann giebt an, dass Appendicularien, Naviculaceen, Coscinodiscen und Peridineen als Nahrung aufnähmen. Auch Murray stellt fest, dass die Copepoden und andere kleine Kruster von Diatomeen leben. Im Darm von jungen Fischen hat Murray ebenfalls Diatomeen gefunden, lässt es aber fraglich, ob als direkte Nahrung oder als Nahrung niederer gefressener Thiere. Nur bei jungen Clupeiden ist er davon überzeugt, dass es sich um direkte Aufnahme handelt, weil die Schalen alle vollständig und gut erhalten waren.

Ergänzt werden diese Angaben durch eine Mittheilung von Meyer und Möbius [2]). Die beiden Forscher sahen Litorinen die Glaswände des Aquariums abweiden, deren Belag zum grossen Theil von Diatomeen gebildet wird, Lotsy [3]) hat den Darminhalt von *Ostrea, Mytilus* und *Mya* untersucht und gefunden, dass die Hälfte desselben aus Diatomeen besteht. Auch durch Fütterungsversuche ist er zu dem Ergebniss gelangt, dass die genannten Muscheln thatsächlich Kieselalgen aufnehmen und verwerthen. Deby [4]) fand im Darm von Mytilus 37 Arten Diatomeen. Frenzel [5]) fand Diatomeen häufig im Darm von Fischen etc., misst ihnen aber wie Hensen nur untergeordnete Bedeutung als Nahrung bei. Frenzel

[1]) K. Brandt: Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. l. c. p. 89 (47).

[2]) H. A. Meyer und K. Möbius: Die Prosobranchiata und Lamellibranchiata der Kieler Bucht. Leipzig 1872, p. 13.

[3]) J. P. Lotsy: The Food Supply of the Adult Oyster, Soft Clam, Clam and Mussel. in Johns Hopkins University Circulars Vol. XII, Nr. 106.

[4]) Referat aus Archiv für Naturgeschichte, 42. Jahrgang, 2. Band. (Die mir nicht zugängliche Originalarbeit findet sich in Procès-verbal de la Société malacologique de Belgique III, p. 202.

[5]) Joh. Frenzel: Die Diatomeen und ihr Schicksal, in: Naturwissenschaftliche Wochenschrift. XII. Bd., Nr. 14. Berlin 1897.

stützt seine Annahme darauf, dass er im Koth der ebenerwähnten Thiere „völlig unversehrte Diatomeenschalen" bemerkte. Da Frenzel über die Beschaffenheit des Zellinhaltes nichts angiebt, so scheint mir seine Annahme in Hinblick auf die oben citirten Resultate von Brandt's chemischen Untersuchungen nicht gerechtfertigt. Ich selbst konnte bei einigen Schnecken reinen Diatomeenfrass feststellen und in vielen Thieren fand ich eine grosse Menge Kieselalgen. Bei der Besprechung der betreffenden Thiere werde ich darauf hinweisen.

3. Die thierische Nahrung.

Der pflanzlichen Nahrung steht die thierische gegenüber. Man kann diese nicht in derselben Weise eintheilen wie jene. Während die hier in Betracht kommenden Pflanzen in Folge ihrer durchgehend gleichartigen Lebensweise ziemlich einheitlich geartet sind, treten im Thierreiche tiefgehende Unterschiede auf, die dazu zwingen, auch bei dieser Betrachtung dem Gang des Systems zu folgen. Auch macht sich bei der thierischen Nahrung noch ein Unterschied geltend, der bei der vegetabilischen zurücktritt, das ist der zwischen toter und lebender Substanz.

Infusorien und andere Protozoen finden sich in grosser Menge in den Küstenregionen, auf und zwischen Pflanzen lebend; in Folge des Fehlens von Hartgebilden habe ich sie jedoch nie bei der Untersuchung des Darmes höherer Thiere nachweisen können. Nur Foraminiferen fand ich ganz vereinzelt. Tintinnen, die ich oft im Darm von Planktonzehrern antraf, lasse ich hier ausser acht.

Die Schwämme schützt ihr Nadelskelett nicht vor räuberischen Angriffen, zu wiederholten Malen konnte ich konstatiren, dass sie als Nahrung gedient hatten. Pagenstecher[1]) schreibt: „Ehlers scheinen weiche Schwämme den Raubannelliden ein beliebtes Futter zu sein," und gerade bei *Nereis pelagica* fand ich Spongienfrass. Keller[2]) giebt dagegen an: „Es ist auffallend, wie (zum Beispiel) Seeschwämme von Fischen und Raubmollusken gemieden werden," und führt dies auf einen widerlichen Geruch zurück. Bei unserer *Amorphina panicea* habe ich mich nicht von einem widerlichen Geruch überzeugen können, auch fand ich im Darm einer *Litorina* grosse Schwammstücke, die nach der Form der Nadeln zu *Amorphina* gehörten. Man darf jedoch keinegswegs aus dem Vorhandensein einzelner Spongiennadeln im Darm auf Spongienfrass schliessen. Die Nadeln sind in unendlicher Menge im Wasser vertheilt. Wie etwa die Schmetterlingsschuppen im Sommer im Staube, findet man die Schwammspicula im Wasser. Trifft man sie deshalb im Darm vereinzelt oder in spärlicher Menge, so kann man sie, da ihnen zudem noch jeglicher Nährwerth mangelt, bei der Beurtheilung des Darminhaltes ruhig bei Seite lassen. Man könnte annehmen, dass die Schwammnadeln, ebenso wie Sandkörnchen, die ich fast immer antraf, aufgenommen würden, um bei der Zerkleinerung grösserer Nahrungsbestandtheile mitzuwirken. Ich habe jedoch nicht den geringsten Anhaltspunkt für diese Vermuthung gefunden. — Die Medusen enthalten kaum 2% organischer Substanz, und ich habe auch nicht feststellen können, dass sie eine wesentliche Rolle als Thiernahrung spielen, ausgenommen für die Hyperinen, die an ihnen schmarotzen und sie ausfressen. Im Aquarium fiel, wie Herr Dr. Vanhoeffen mir mittheilte, ein junger *Cyclopterus* Quallen an, und Brandt[3]) erwähnt, dass dieser Fisch sie gerne frässe. Möbius und Heincke[4]) berichten ferner, dass die Makrelen Medusen fressen, vermuthen aber, dass es diesen Fischen weniger um die Quallen, als um die Hyperinen zu thun sei. Interessant ist die Mittheilung des Japaners Kishinouye[5]), dass zwei Quallen der Gattung *Rhopima* in Japan und in China ein wohlschmeckendes Gericht liefern und auch als Fischköder benutzt werden.

Unter den Stachelhäutern dient nach Möbius und Heincke[6]) *Ophioglypha* vielen Nutzfischen, besonders den Plattfischen zur Nahrung. Im Darm der von mir untersuchten Thiere habe ich nie Reste von Echinodermen gefunden. *Asteracanthion rubens* soll nach Marshall[7]) giftig sein. Marshall beruft sich

[1]) Alexander Pagenstecher: Allgemeine Zoologie oder Grundgesetze des thierischen Baus und Lebens. IV. Buch. Berlin 1877. p. 87.

[2]) Conrad Keller: Das Leben des Meeres. Leipzig 1895. p. 47.

[3]) Karl Brandt: Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Plankton. l. c. p. 46 (4).

[4]) K. Möbius und Fr. Heincke: Die Fische der Ostsee, in: 4. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. Kiel 1883. p. 216.

[5]) K. Kishinouye: Edible Medusae, in: Zoolog. Jahrbücher, Abth. System. 12. Band, p. 215.

[6]) l. c.

[7]) William Marshall: Die deutschen Meere und ihre Bewohner, p. 161.

auf zwei Franzosen, Brounié und Durandeau. Diese fütterten Hunde mit Seesternen und beobachteten, dass die Hunde heftig erkrankten und einige von ihnen starben.

Reiches Nährmaterial liefern die Würmer. Die Bedeutung der Nemertinen und der gemeinen kleinen freilebenden Nematoden *(Oncholaimus)* als Nahrung habe ich nicht ermitteln können, da ihnen nennenswerthe Hartgebilde fehlen. Turbellarien und Gephyreen sind zu spärlich, als dass sie eine bedeutende Rolle in dieser Hinsicht spielen könnten. Ueberaus wichtig sind dagegen die Chätopoden. Fischen, Krebsen und Individuen der eigenen Gattungen und Arten fallen sie zum Opfer. Jedoch ist auch hier wieder Vorsicht geboten, da die unlöslichen Chitinborsten, ähnlich wie die Kieselnadeln der Schwämme, weit im Wasser verbreitet sind und oft als nebensächliche Bestandtheile in den Darm von Thieren gelangen.

Die Krebse bilden die Hauptnahrung der meisten von mir untersuchten kleineren Fische. Bei der Einzelbesprechung werde ich eingehender darauf zurückkommen.

Muscheln und Schnecken sind durch ihre Schalen gegen viele Angriffe geschützt, für viele Fische bilden sie jedoch einen Hauptbestandtheil der Nahrung. Auch anderen Thieren fallen sie zur Beute, in erster Linie dem Seestern, der sich hauptsächlich von ihnen nährt. Die Muscheln haben wahrscheinlich auch nach ihrem Tode noch eine grosse Bedeutung als Thiernahrung. In Folge der Zersetzung der Adduktoren klaffen die Spalten auseinander und der Weichkörper wird allen möglichen Thieren zugänglich. Im Aquarium beobachtete ich, wie eine *Litorina* in einer Miesmuschel, die geöffnet ausgenommen und dann wieder in den Behälter geworfen worden war, die Reste der Schliessmuskeln verzehrte. Nacktschnecken, anscheinend von der Gattung *Doris,* fand ich im Darm einer jungen *Platessa* vereinzelt, im Darm einer andern in grösserer Zahl.

Dass auch die Ascidien eine Bedeutung als Nährmaterial besitzen, schreibt Lang.[1]) „Gewisse Fische . . . . zerzupfen die Ascidien, um sich von ihren Eingeweiden zu ernähren. Lacaze-Duthiers hat beobachtet, wie Ascidien der Gattung *Molgula,* deren Mantel sich mit Sand bedeckt, von einem Tag zum andern massenhaft von Krabben, vornehmlich *Cancer maenas,* zerstückelt und verzehrt wurden, sodass nur die leeren Mantelhüllen übrig blieben."

Auf Fischreste bin ich bei meinen Darmuntersuchungen nie gestossen, doch ist es bekannt, dass Fischlaich, junge Exemplare und kleine Arten den grösseren Fischen zur Nahrung dienen. Möbius und Heincke[2]) berichten übereinstimmend mit Benecke[3]) dass die beiden hier vorkommenden Lophobranchier, *Nerophis* und *Siphonostoma* von grösseren Raubfischen nicht nur nicht gefressen, sondern sogar absichtlich gemieden werden. Im Aquarium sah ich, wie eine grosse lebende Seenadel am Kopfende von einem *Carcinus* gepackt worden war und langsam verzehrt wurde; bei einem Fütterungsversuch konnte ich beobachten, wie ein junges *Siphonostomum* von einer *Idothea* angefallen und gefressen wurde; im Aquarium gestorbene Schlangennadeln sollen von *Asteracanthion* verspeist worden sein.

4. Das Plankton.

Die Erkenntniss, dass das Plankton eine Nahrungsquelle von ganz hervorragender Bedeutung ist, ist verhältnissmässig neu. Möbius[4]) führt noch in einer Arbeit aus dem Jahre 1871 als Hauptnahrung für Muscheln die „Modertheilchen der toten Pflanzen", sowie die organischen Reste an, die die grossen Ströme in das Meer tragen, ohne das Plankton zu berücksichtigen. Erst durch Hensen und Brandt ist das Plankton zu voller Würdigung als Nährmaterial gelangt. Freilich lässt Ernst Voges in seiner 1888 erschienenen Bearbeitung der dritten Auflage des oben citirten Schleidenschen Werkes das Plankton auch noch ausser acht. Brandt[5]) hat das Plankton chemisch auf seinen Nährwerth untersucht und ist zu dem Ergebniss gekommen, dass derselbe zwar nach den Jahreszeiten sehr schwankt, aber durchgehend recht hoch ist. Am niedrigsten ist er in den Frühlingsmonaten, weil dann die Diatomeen mit ihren unverdaulichen Kieselschalen den Hauptbestandtheil des Planktons bilden.

[1]) Arnold Lang: Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere. Jena 1888, p. 109.
[2]) l. c. p. 247.
[3]) Berthold Benecke: Fische, Fischerei und Fischzucht in Ost- und Westpreussen. Königsberg 1881.
[4]) K. Möbius. Das Thierleben am Boden der deutschen Ost- und Nordsee. Berlin 1871.
[5]) Karl Brandt. Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. l. c.

Fangzeit	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Asche
3. 10. 92.	21,84	2,12	66,10	9,94
13. 10. 92.	20,24	2,26	68,95	8,55
15. 11. 92.	21,01	3,21	60,07	15,71
14. 2. 93.	20,41	4,35	45,50	29,68
15. 3. 93.	13,45	2,58	23,60	60,08
2. 4. 93.	15,56	4,24	18,79	61,41
5. 5. 93.	36,54	1,58	23,07	38,77
28. 8. 93.	33,56	8,70	38,31	19,41
28. 9. 93.	21,29	3,20	39,30	36,14

Ein Vergleich des Herbst- und Winterplanktons mit einigen Futterstoffen ergiebt nach Brandt:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Asche
Plankton . . .	20,2—21,8	2,1—3,2	60,0—68,9	8,5—15,7
Fettweide . . .	20,6	4,5	64,6	10,1
Lupine	20,6	2,6	72,0	4,6

Die meisten von mir untersuchten Planktonzehrer sind festsitzende oder zum wenigsten keine freischwimmenden Thiere. Die Muscheln, die, wie wir sehen werden, in der Kieler Föhrde das Hauptkontigent der Planktonfresser stellen, leben am Boden im Mud oder Sand, oder auch an Pfählen und anderen im Wasser befindlichen Gegenständen. Besonders von den am Grunde lebenden Muscheln kann man nicht erwarten, dass sie reines Plankton in sich aufnehmen. Schiffsschrauben, Fischernetze, grössere Thiere, vielleicht auch Wellen und Strömungen rühren den lockeren Mudboden beständig auf und vermengen das Plankton mit Bestandtheilen des Bodens. An den Pfählen spielen sich ähnliche Vorgänge ab. Die sich an ihnen brechenden Wellen reissen kleine Pflanzenstückchen und Holztheilchen los und spülen die zwischen den Muschelklumpen sich sammelnden Sandkörnchen und Detritustheilchen ab; dadurch wird das umgebende Wasser in ähnlicher Weise verunreinigt wie am Grunde. Es fragt sich nun, ob diese Beimengungen für die Ernährung werthlos sind, oder ob auch sie Bedeutung haben. Abgesehen von Sandkörnchen, die zweifellos werthlos sind, bestehen diese Beimengungen fast immer aus einer feinen braunen unkenntlichen Masse, in der sich nicht selten organische Reste, vornehmlich pflanzlicher Natur, vorfinden. Diese braune unkenntliche Masse stellt ohne Zweifel einen schon stark in Zersetzung begriffenen Detritus dar. Lotsy[1]) spricht diesem eine wesentliche Bedeutung als Nahrung ab, da sich bei der Untersuchung des Kothes von *Ostrea, Mytilus* und *Mya* ergab, dass der Detritus scheinbar unverändert war, „The decaying organic matter was apparently unaltered". Nun habe ich aber bei Thieren, die sich ganz bestimmt von Detritus nähren, wie die Gephyreen und andere Würmer, auch keinen sichtbaren Unterschied in der Beschaffenheit des Darminhaltes im vorderen und hinteren Theil wahrnehmen können. Deswegen theile ich die Ansicht von Frenzel[2]), dass der Detritus eine gute Nahrung ist. Die Bestandtheile wie Cellulose, sind schon „gelockert und der Verdauung leichter zugänglich". Bestärkt werde ich in meiner Ansicht durch den Umstand, dass die meisten Muscheln nicht auf dem relativ detritusfreien Sandboden, sondern auf Mudgrund leben.

5. Der Detritus.

Dass der Detritus thatsächlich eine reiche Nahrungsquelle ist, geht schon daraus hervor, dass sich eine ganze Reihe von Thieren, wie ich schon andeutete und unten weiter ausführen werde, ausschliesslich

[1]) l. c.

[2]) Joh. Frenzel: Zur Biologie von *Dreissensia polymorpha* Pallas. in Archiv für die gesammte Physiologie Bd. 67, p. 187.

von ihm nährt. Der Detritus bedeckt den Grund der Föhrde mit einer mehr oder weniger dicken Schicht und wird von abgestorbenen, in Zerfall begriffenen pflanzlichen und thierischen Organismen gebildet. Am stärksten ist diese Schicht in der Mitte der Föhrde, und zwar aus zwei Gründen. Der Boden senkt sich gegen die Mitte zu und ist hier durchweg am tiefsten. So ist hier die Wasserhöhe und mit ihr der Reichthum an Organismen am grössten. „Indem nun die mikroskopischen Organismen tot gleich einem Regen zu Boden sinken, liefern sie organische Substanz" (Pagenstecher[1]). Die Mudfresser können darum, wie Brandt[2]) erwähnt, zu Planktonzehrern werden, indem sie die zu Boden gesunkenen Planktonorganismen fressen. Zweitens werden die abgestorbenen Organismen der Küstengebiete allmählich nach dem tieferen Wasser hingeführt, und zwar weniger, wie Möbius[3]) diese Erscheinung darzustellen gesucht hat, in Folge des Druckes nachfolgender Partien, als vielmehr durch den landabwärtswirkenden Sogstrom. Im Detritus prävaliren stets die vegetabilischen Bestandtheile, weil sie widerstandsfähiger sind als die thierischen. Dieselben Ursachen, die eine Verunreinigung des Planktons am Grunde bewirken, verhindern auch, dass sich der Detritus ganz rein ablagern kann. Wir finden ihn immer stark mit Sand durchsetzt, und er wird auch so von den Detritusfressern aufgenommen.

4. Ueber die Nahrung der von mir untersuchten Arten.

Nach demselben Prinzip, nach dem wir die Nahrung eingetheilt haben, können wir auch die Konsumenten eintheilen in:

1. Grosspflanzenfresser,
2. Kleinpflanzenfresser,
3. Thierfresser,
4. Planktonzehrer,
5. Detrituszehrer.

Die Thierfresser zerlege ich wieder in Räuber und Aasfresser, will jedoch gleich bemerken, dass diese Eintheilung mehr theoretischer Natur ist, denn ich habe kein Thier gefunden, von dem ich mit Bestimmtheit angeben könnte, dass es ein typischer Aasfresser sei; die Versuche von Buerkel scheinen mir nicht einwandfrei, und ihre Ergebnisse werden theilweise durch die meiner Untersuchungen und Versuche zweideutig. Auch die Unterschiede zwischen den grösseren Gruppen, wie Pflanzenfresser und Fleischfresser, oder Detritus- und Planktonzehrer sind nicht streng durchzuführen. Die meisten Thiere sind omnivor, das heisst, sie nehmen alles, wessen sie habhaft werden können. Immerhin lässt sich meist eine Hauptnahrung erkennen, und ich will deshalb die Eintheilung auch beibehalten, jedoch mit der Einschränkung, dass ich vor die Bezeichnungen „Pflanzenfresser" u. s. w. das Wörtchen „vorwiegend" setze.

1. Thiere, die sich vorzugsweise von grosspflanzlicher Kost nähren.

Wie schon erwähnt, sind es nur wenig Thierarten, die hierher gehören, die aber zu den gemeinsten der Kieler Bucht zählen. Unter den von mir untersuchten Thieren sind folgende Spezies als Grosspflanzenfresser zu bezeichnen:

Idothea tricuspidata Desm.	*Amphithoe podoceroides* Rathke.
Jaera marina L.	*Orchestia litorea* L.
Gammarus locusta L.	*Litorina litorea* L.
Amathilla Sabinei Leach.	*Acera bullata* Müller.

Von 34 untersuchten Exemplaren des *Idothea tricuspidata* hatten 29 den Darm hauptsächlich mit Seegras-, Ulven- und Florideenstücken, sowie mit fadenförmigen Algen gefüllt, entweder nur mit einer oder aber auch mit mehreren der genannten Pflanzensorten. Bei vier Thieren war der Darm leer, und im

[1]) Alex. Pagenstecher: Ueber die Thiere der Tiefsee, Berlin 1879.
[2]) Karl Brandt: Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Planktons. l. c. p. 45 (3).
[3]) Karl Möbius: Wo kommt die Nahrung für die Tiefseethiere her? in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band 21, p. 294.

Darm eines einzigen fand ich statt der Pflanzen feine braune unkenntliche Masse; in geringerer Menge fand ich diese übrigens im Darm fast sämmtlicher untersuchten Thiere. Ob es sich dabei um Detritus oder um Verdauungsprodukte handelt, muss ich unentschieden lassen. Der Zellinhalt der gefressenen Pflanzenstücke war nur selten noch gut erhalten, meist war er deutlich zersetzt und braun gefärbt, oder auch die Zellen waren leer. Im Darm sämmtlicher Thiere, die überhaupt Darminhalt besassen, fand ich auch Diatomeen in wechselnder Menge. Immer waren es Grundformen, die vermuthlich auf den gefressenen Pflanzenstücken gesessen haben. Nur in einem Exemplar, das ich am 19. Juni 1899 im Seegras bei Mönkeberg gefangen habe (Tab. Nr. 8) fand ich eine Unmenge von Synedren, die in langen regelmässigen Zügen das Präparat durchzogen. Zweifellos war ein ganzer Diatomeenrasen gefressen worden. Im übrigen waren es meist *Synedra* und *Cocconeis, Rhabdonema, Rhoicosphenia, Grammatophora,* Naviculaceen, *Coscinodiscus* und andere, die meist durcheinander im Darm vorkamen. Die Schalen waren gewöhnlich leer, nur bei *Rhoicosphenia* und *Grammatophora* waren die Chromatophoren fast immer erhalten. — Thierische Reste habe ich nur in sieben Fällen gefunden, in fünf von ihnen waren es Bruchstücke von Krebspanzern, die jedoch so zertrümmert waren, dass ich sie nicht näher bestimmen konnte. Ein Thier, dasselbe, das den Diatomeenrasen gefressen hatte, hatte mehrere Ostracoden im Darm und im Darm von fünf Exemplaren fand ich Eizellen. Das spärliche Vorhandensein animalischer Bestandtheile muss befremden, denn sowohl durch Versuche als auch durch gelegentliche Beobachtungen konnte ich mich davon überzeugen, dass *Idothea* animalische Kost keineswegs verschmäht. So zum Beispiel habe ich eine 11 mm lange *Idothea* mit einer 35 mm langen Seenadel *(Siphonostoma typhle)* anfangs in einer flachen Schale, dann in einem breiten Becherglase zusammen gebracht. Sofort setzte sich die Assel am Fisch fest, und liess ihn trotz der kräftigen Abschüttelungsversuche seines Opfers nicht los. Die Bewegungen der Seenadel wurden immer schwächer und schwächer und schliesslich lag sie regnungslos, vermuthlich tot, am Boden des Gefässes. Am andern Morgen war der Fisch an der Bauchseite stark angefressen. — In einer Reuse, die Buerkel in der Strander Bucht ausgelegt hatte, und die als Köder faules Fischfleisch enthielt, fanden sich nach 3×24 Stunden eine sehr grosse Menge Idotheen und einige Exemplare von *Gobius niger.* Eines der letzteren war tot, und ebenfalls an der Bauchseite stark angefressen. Auf ähnliche Beobachtungen mag es zurückzuführen sein, dass sich in der einschlägigen Litteratur verschiedentlich Angaben finden, die diesem Isopoden rein animalische Kost zusprechen, so zum Beispiel, wie Karl Matzhoff[1]) erwähnt, bei Desmarest und Lamarck. Die gegentheilige Ansicht, die unter Anderen Möbius[2]) ausgesprochen hat, dass nämlich *Idothea* rein pflanzliche Nahrung wählt, stützt sich wohl ausschliesslich auf Darmuntersuchungen und auf gelegentliche Beobachtungen im Aquarium. Hier sieht man die Asseln meist auf den Seegrasblättern sitzen und kriechen, und gelegentlich auch davon fressen. Wie ich schon in der Methodik hervorgehoben habe, zerfallen thierische Bestandtheile viel schneller als pflanzliche; darauf wird sich das spärliche Vorhandensein thierischer Nahrung im Darm der Idotheen wohl in erster Linie zurückführen lassen. Nach Matzhoff „lässt sich das Ueberwiegen der pflanzlichen Bestandtheile . . . . auch ohne Schwierigkeit aus dem Ueberwiegen der Pflanzen an ihren Aufenthaltsorten . . . . erklären." Matzhoff erhielt Gesellschaften von Idotheen wochenlang sowohl bei rein vegetabilischer als auch bei rein animalischer Nahrung lebend und beim besten Wohlbefinden. „Die Thiere nahmen alle Arten lebender und toter, ja verwesender Kost an. Fütterte man die Thiere mit Stücken frisch zerstückelter Genossen, so stürzten sie sich über die noch zuckenden Theile her und begannen an ihnen zu fressen, wobei nur die grösseren Chitinbestandtheile übrig gelassen wurden." „Dass *Idothea* vor keiner irgendwie brauchbaren Kost zurückscheut, geht auch daraus hervor, dass sie sogar Netze annagt. Das haben bereits Desmarest und Roux erwähnt und konnten mir Fischer des Kieler Hafens bestätigen." Spence Bate und Westwood[3]) citiren aus Dalyells „Powers of Creation: „this creature feeds voraciously, seizing and carrying off prey in its fore limbs. It also devours the smaller crustacea and mussels very readily." Die vereinzelten Planktonorganismen, die ich in einigen Thieren — in Nr. 8 zwei dornige Cysten und in Nr. 13 einen *Tintinnus* — halte ich für zufällige Be-

[1]) Karl Matzhoff: Ueber die Färbung von *Idothea tricuspidata* Desm. Inaug. Diss. Kiel. Jena 1882. p. 28.

[2]) Karl Möbius: Die wirbellosen Thiere der Ostsee. In 1. Jahresbericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. Berlin 1873. p. 97 pp.

[3]) Spence Bate and Westwood: A history of the British sessile-eyed Crustacea. London 1863. p. 382.

Idothea tricuspidata Desm.

Nr.	Länge in mm	Fang-zeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Gewebspflanzen	Tintinnen	Metazoen	Sonstiges	Bemerkungen
1. u. 2.	?	11. 1. 1899	Lebendes Seegras, Bellevue	Grundformen, vorwiegend Cocconeis	—	viel Seegrasstücke, Fadenalgen	—	—	—	—
3.	15	17. 6. 1900	Seegras, Wiker Bucht	Synedren und andere	—	Seegrasstücke und besond. Fadenalgen	—	—	—	—
4.	15	„	„	Synedren und andere	—	—	—	—	viel unkenntliche Masse	—
5.	14	„	„	—	—	—	—	—	—	Darm leer
6.	13	„	„	Synedren und andere	—	vereinzelte Seegras- und Algenstücke	—	—	viel unkenntliche Masse	—
7.	9	„	„	wenig	—	Seegrasstücke (und Fadenalgen) vereinzelt	—	—	—	—
8.	25	19. 6. 1899	Seegras bei Mönkeberg	sehr viele Grundformen, vorwiegend Synedren	—	Seegrasstücke und Fadenalgen	—	Ostracoden und grosse Crustaceenreste	2 dornige Cysten	Synedren in langen Zügen
9.	?	„	„	—	—	—	—	—	—	Darm leer
10.	?	„	„	Grundformen	—	Seegrasstücke, Fadenalgen	—	Crustaceenreste	—	—
11.	16	18. 6. 1900	Seegras bei Möltenort	Grundformen vorwiegend, Synedren sehr viel	—	Ulven und Fadenalgen	—	—	—	—
12.	12	„	„	—	—	—	—	—	—	Darm leer
13.	12	„	„	Grundformen, vorwiegend Synedren	—	Ulven- und Seegrasstücke, Fadenalgen	1 T. ventricosus	—	—	—
14. u. 15.	15	„	„	Grundformen, vorwiegend Synedren	—	Ulven- und Seegrasstücke, Fadenalgen	—	—	—	—
16.	15	„	„	Grundformen, vorwiegend Synedren	—	fast nur Fadenalgen	—	—	—	—
17. u. 18.	14 13	23. 7. 1900	Florideen und Seegras, Strander Bucht	Grundformen, vorwiegend Synedren	—	Florideenstücke	—	—	—	—
19. u. 20.	15	„	„	Grundformen, vorwiegend Synedren	—	Florideenstücke, grosse Seegrasstücke	—	—	—	—
21.	?	21. 2. 1899	„	Synedren und andere Grundformen	—	Florideentriebe und -stücke, Fadenalgen, Seegrasstücke	—	—	—	—
22.—24.	?	5. 8. 1899	treibendes Seegras, Strander Bucht	vorhanden	Dinophysis, Prorocentron vereinzelt	Seegrasstücke	T. ventricosus vereinzelt	grosse Crustaceenreste, Eizellen		—
25. u. 26.	?	„	—	vorhanden	Dinophysis, Prorocentron vereinzelt	Seegrasstücke	T. ventricosus vereinzelt	Eizellen	—	—
27.—30.	?	6. 12. 1899	Kleverberg	Grundformen	—	Seegrasstücke, Algentriebe	—	—	—	—
31.	20	28. 10. 1899	Florideen bei Boje Bülk A	Cocconeis und andere Grundformen	—	Seegrasstücke	—	—	—	—
32. u. 33.	15 10	„	„	Grundformen	—	Seegras- und vorwiegend Algenstücke	—	—	—	—
34.	11	23. 7. 1900	Strander Grasberg	—	—	—	—	—	—	—

standtheile. In den Exemplaren Nr. 22—26 jedoch fanden sich Planktonorganismen in grösserer Zahl. Ich habe diese Asseln, die an treibendem Seegras sassen, mit einem Oberflächennetz in der Strander Bucht gefangen. Vermuthlich werden die Peridineen, Tintinnen und Eizellen von den Idotheen erst in dem Netz aufgenommen worden sein. Sandkörnchen, die ich verschiedentlich fand, lasse ich unberücksichtigt.

Von *Jaera marina* habe ich nur fünf Exemplare untersucht. In einem einzigen Thier fand ich kleine Crustaceenreste, in den anderen vier nur Seegras- und Algenstücke mit Grunddiatomeen, vornehmlich *Synedra*. Danach scheint *Jaera* eine ähnliche omnivore Lebensweise zu führen wie *Idothea*. Sye [1]) schreibt: „Ihre Nahrung besteht meist aus pflanzlichen Stoffen, die sie am Meeresboden antreffen, doch verschmähen sie auch thierische Nahrung nicht, selbst tote Exemplare der eigenen Art werden nicht verschont".

Jaera marina Fabr.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand
1. u. 2	ca. 5 ca. 6	17. 9. 1900	Strand bei Heikendorf	Synedren u. and. in spärlicher Menge	Algen- und Seegrasstücke	—	viel	vorhanden
3.	ca. 8	„	„	Synedren u. and. in spärlicher Menge	Algen- und Seegrasstücke	kleine Crustaceenstücke	viel	vorhanden
4.	ca. 8	„	„	Synedren in spärlicher Menge	sehr viel Seegras- und vorwiegend Algenstücke	—	?	wenig
5.	ca. 11	„	„	Synedren in spärlicher Menge	sehr viel Algenstücke	—	?	wenig

Der *Idothea* ähnlich im Vorkommen und Ernährungsweise ist *Gammarus locusta*, der gemeinste Flohkrebs der Kieler Föhrde (Tabelle siehe S. 99 u. 100). Ich habe 38 Thiere untersucht und in allen mit Ausnahme von 7, deren Darm entweder leer oder spärlich oder mit unkenntlicher Masse gefüllt war, Seegras- und Algenstücke gefunden. Diatomeen waren nicht so regelmässig wie bei *Idothea* nachzuweisen; andererseits fand ich sie im Darm einiger Thiere, in denen nur spärliche Pflanzenstücke vorhanden waren, in grosser Menge. Vermuthlich werden sie von den betreffenden Thieren abgeweidet worden sein, wobei dann einzelne Stücke der als Unterlage dienenden Pflanzen mit abgerissen sein mögen. Thierische Reste habe ich auch bei *Gammarus* nur spärlich gefunden. Abgesehen von vereinzelten Schwammnadeln und einer Chätopodenborste, die sicherlich keine Bedeutung gehabt haben, stiess ich wiederholt auf zertrümmerte kleine oder grössere Crustaceenreste, die keine Deutung mehr zuliessen. Dass sie nicht etwa bei der Präparation der Thiere in das Präparat gekommen sein konnten, sah ich daraus, dass sie stets leer und ohne Pigment waren. Von Planktonorganismen habe ich im Darm eines Thieres (Nr. 1) Bruchstücke von mehreren Ceratien *(C. tripos)* gefunden; besonders auffallend ist das Vorkommen verschiedener Organismen des Süsswasserplanktons im Darm der letzten 10 Thiere, die aus dem Kaiser Wilhelm-Kanal von km 89,5 stammen, und dort zwischen Muscheln, Schnecken und Balaniden gelebt haben. Die Protococcoideen, die sich vereinzelt im Darm einiger dieser Thiere fanden, waren leer, ebenso verschiedene der Rotatorien. Ob die Organismen als lebende Planktonwesen oder als tote Bestandtheile des zwischen den Muscheln sich ansammelnden Detritus aufgenommen worden sind, lässt sich schwer entscheiden. Mehrere Pollenkörner, von Coniferen stammend, und einige Stücke prosenchymatösen Holz- (?) gewebes werden wohl nebensächliche Bestandtheile gewesen sein. Auch von der Ernährungsweise dieses Krebses geben die Darmuntersuchungen allein kein richtiges Bild. Zwar sieht man im Aquarium *Gammarus* auch oft Pflanzen fressen und Hensen [2])

[1]) Christ. Georg Sye: Beiträge zur Anatomie und Histologie von *Jaera marina*. Inaug.-Dissert. Kiel. Kiel 1887, p. 8.
[2]) l. c. p. 101.

schreibt, dass *Gammarus* und andere Amphipoden in Gemeinschaft mit *Idothea* in seinem Versuchsaquarium grossen Schaden unter den Roth- und Braunalgen angerichtet haben. Aber man kann auch beobachten, wie *Gammarus* mit grosser Begierde nach den Miesmuschelstückchen fahndet, die als Futter in die Aquarien geworfen werden.

Bei Fütterungsversuchen erwies sich *Gammarus* als ein gefrässiger Räuber. So liess ich einmal zwei Exemplare, 23 beziehungsweise 15 mm lang, 22 Stunden hungern und setzte dann eine etwa 40 mm lange *Capitella capitata* in das Gefäss, in dem sich die Krebse befanden. Sofort stürzten sich diese auf den Wurm und hatten ihn in kaum einer halben Stunde bis auf geringe Reste verzehrt. Ein anderes Mal brachte ich zwei mittelgrosse *Gammarus,* ohne sie vorher in filtrirtem Wasser hungern zu lassen, in ein Gefäss, in dem sich eine ca. 25 mm lange *Mysis flexuosa* befand. Auch diese fiel den Flohkrebsen nach kurzer Jagd zum Opfer und war bald verzehrt. Wenn ich den Krebsen gleichzeitig Seegras und animalische Nahrung anbot, wurde meistens ersteres vorgezogen.

Auch *Amathilla Sabinei* (Tabelle siehe S. 101) rechne ich zu den Thieren, die sich vorwiegend von grosspflanzlicher Kost nähren. Freilich habe ich im Darm zweier Individuen keine Pflanzenstücke gefunden, aber in beiden Fällen war der Darm auch nur spärlich gefüllt. In den übrigen untersuchten Thieren waren grössere Pflanzenstücke in kleinerer oder grösserer Menge vorhanden. Diatomeen waren immer vorhanden und unter ihnen prävalirten gewöhnlich Synedren und die schon erwähnten, nicht genau zu bestimmenden Melosiraketten. Von thierischen Bestandtheilen des Darminhaltes sind zu erwähnen: Spongiennadeln, die ich in jedem Thier vereinzelt, in einem etwas zahlreicher fanden, in einem Darm vereinzelte zerbrochene Chätopodenborsten, in drei Exemplaren vereinzelte leere Eizellen und schliesslich in einem Thier eine Halacaride; ein Thier hatte auch einen *Tintinnus ventricosus* aufgenommen.

Von *Amphithoë podoceroides* habe ich nur sechs Exemplare untersucht, von denen ich fünf am 6. November 1899 am Kleverberg und eins am 23. Juli 1900 am Strander Grasberg gefangen hatte. Sie hatten sämmtlich grosse Algenstücke — zum Theil mit Diatomeen — im Darm. Animalische Bestandtheile sind mir nicht aufgefallen.

Amphithoë podoceroides Rathke.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Darminhalt
1.—5.	?	6. 11. 1899	Kleverberg	Algenstücke, besonders junge Triebe
6.	12	23. 7. 1900	Strander Grasberg	grosse Florideenstücke mit Diatomeen

Ebensowenig habe ich thierische Reste im Darm von *Orchestia litorea* (Tabelle siehe S. 102) bemerkt, sondern nur grössere oder kleinere Pflanzenstücke mit spärlichen Diatomeen. *Orchestia* hat, wie schon erwähnt, das Wasserleben aufgegeben und hält sich in dem an den Strand gespülten Seegras auf. Doch soll dieser Krebs, ebenso wie der verwandte *Talitrus,* nicht ausschliesslich auf pflanzliche Nahrung angewiesen sein und thierische Nahrung keineswegs verschmähen. Spence Bate und Westwood[1]) schreiben darüber — in erster Linie freilich von *Talitrus* — wie folgt: „ . . . . . they come out to feed upon any carrion left by the retiring tide. Offal which would otherwise decompose and infect the air is thus by their assistance often rapidly removed. They are not very daintly feeders. We have seen them enjoyiny their repast upon a common earthworm; drowned puppies and other mammals afford a luxury to thousands; and, when they can get nothing else, they are content to feed upon each other".

[1]) l. c. p. 21.

Gammarus locusta L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Proto-coccoideen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Bemerkungen
1.	?	11. 1. 1899	Seegras bei Bellevue	Grunddiatomeen spärlich	Ceratium-stücke nicht selten	—	sehr viel Seegrasstücke; auch andere Reste	Reste von kleinen Crustaceen	?	?	—
2.—6.	?	20. 11. 1899	Strand bei Bellevue	—	—	—	sehr viel Seegrasstücke, auch Ulven- und andere Algenstücke	—	?	vor-handen	—
7.	14	18. 6. 1900	Seegras und Ulven bei Möltenort	Synedren in geringer Zahl	—	—	grössere Reste spärlich	grössere Crustaceenreste spärlich	sehr viel	spärlich	-
8.	16	„	„	Grundformen vorhanden	—	—	grosse Ulven- und andere Pflanzenstücke	—	?	spärlich	—
9.	17	„	„	Grundformen vereinzelt	—	—	vereinzelte Reste	grössere Crustaceenreste vereinzelt	?	?	nur der Vorderdarm gefüllt
10. u. 11.	15 20	„	„	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer
12.	8	23. 7. 1900	Florideen vom Strander Grasberg	sehr viel	—	—	sehr viel verschiedene Reste	—	?	vor-handen	—
13. u. 14.	9 10	„	„	sehr viel	—	—	spärliche Reste	—	?	vor-handen	—
15.	10	„	„	vorhanden	—	—	vorwiegend grosse Algenstücke	—	?	?	—
16.	11	„	„	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer
17.—20.	?	6. 12. 1899	Kleverberg	—?	—	—	Algenstücke	—	?	?	—
21. u. 22.	?	„	„	?			Algen- und Seegrasstücke		?	?	
23.	?	„	„	—?	—	—	nur spärliche Seegrasstücke	—	?	?	—
24.	?	„	„	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer

Gammarus locusta L. (Fortsetzung.)

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Proto-coccoideen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Bemerkungen
25.	?	18. 10. 1899	Sand mit Tang und Seegras bei Boje Kiel B	—	—	—	Seegras- und Algenstücke	—	?	?	—
26.	?	„	„	ziemlich viel	—	—	Seegras- und Algenstücke	—	?	?	—
27. u. 28.	?	„	„	ziemlich viel	—	—	vorwiegend Algenstücke	—	?	?	—
29.	9	9. 6. 1900	K. W.-K. km 89,5 Pfahl	—	—	—	vereinzelt; 1 Coniferenpollenkorn	vereinzelt; 1 Anuraea tecta	vorhanden	vorhanden	nur der Vorderdarm gefüllt
30.	14	„	„	—	—	—	vereinzelt; 1 Coniferenpollenkorn	vereinzelt; 1 Anuraea	vorhanden	vorhanden	nur der Enddarm gefüllt
31.	14	„	„	vereinzelt	—	—	grössere Reste ziemlich spärlich, mehrere Pollenkörner	kleine Crustaceenreste	vorhanden	vorhanden	—
32.	13	„	„	vorhanden	—	—	grössere Reste spärlich, Pollenkörner wiederholt	kleine Crustaceenreste	vorhanden	vorhanden	—
33.	15	„	„	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer
34.	16	„	„	Synedren und Naviculaceen spärlich	—	Pediastrum vereinzelt	Starkwandige (Holz-?) Zellen in grösseren Stücken, Pollenkörner vereinzelt	Anuraea tecta viel	sehr viel	?	—
35.	14	„	„	— ?	—	—	vereinzelt grössere Reste	1 Nereidenborste, 1 Anuraea, 1 Spongiennadel, kleine Crustaceenreste	viel	viel	—
36.	14	„	„	Synedren und Naviculaceen spärlich	—	Pediastrum vereinzelt	Holz? -stücke, mehrere grössere Reste und Pollenkörner	Anuraea spärlich	sehr viel	?	—
37.	15	„	„	vereinzelt	—	Pediastrum vereinzelt	Stücke mit starken Parenchymzellen (Holz?)	Anuraea vereinzelt Spongiennadeln	sehr viel	viel in feinen Theilen	—
38.	15	„	„	—	—	—	—	—	sehr viel	?	—

Amathilla Sabinei Leach.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges	
1.—3.	13 14 14	27. 3. 1900	Tang, Seegras und Florideen, Kolberger Heide	Melosira und Synedren. Cocconeis und andere	—	vereinzelte kleine Reste	zerbrochene Spongiennadeln	sehr viel	sehr viel	—	—
4.	14	„	„	Melosira und Synedren vorwiegend	—	mehrere grössere Algenstücke und kleine Reste	zerbrochene Spongiennadeln; 1 Halacaride	sehr viel	sehr viel	—	—
5.	15	„	„	Melosira und Synedren vorherrschend	1 Tint. ventricosus	kleine Stücke	Spongiennadeln zerbrochen; 1 leere Eihülle	sehr viel	sehr viel	—	-
6.	15	„	„	Melosira und Synedren vorherrschend	—	—	zerbrochene Spongiennadeln; 1 leere Eihülle	sehr viel	sehr viel	—	—
7.	14	„	„	einige Synedren und Melosira	—	—	zerbrochene Spongiennadeln	viel	viel	—	Nur der Enddarm war gefüllt
8.	17	„	„	einige Synedren und Melosiren	—	—	zerbrochene Spongiennadeln; vereinzelt Chaetopodenborsten	viel	viel	—	Nur der Enddarm war gefüllt
9.	17	„	„	Melosira (kleiner Coscinodiscus?) und Synedra vorherrschend; Coscinodiscus, Cocconeis, Grammatophora und andere	—	viel Pflanzenstücke	zerbrochene Spongiennadeln in beträchtlicher Menge	sehr viel	?	—	—
10.	18	„	„	Grunddiatomeen, (Synedren, Melosiren, Rhabdonema, Grammatophora, Naviculaceen)	—	pflanzliche Gewebsstücke ziemlich spärlich	Spongiennadeln, meist zerbrochen	sehr viel	sehr viel	—	—
11.	20	27. 3. 1900	Fucus und Seegras bei der Glockenboje	Grunddiatomeen, (Synedren, Rhoicosphenia, Grammatophora) alle nur in geringer Menge	—	pflanzliche Gewebsstücke in beträchtlicher Menge	1 Eizelle, Spongiennadeln	?	viel	—	—

Orchestia litorea Montagu.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Gewebspflanzen	Sand
1.—5.	10 12 12 15 15	10. 7. 1899	Strand bei Bellevue	vereinzelt Cocconeis	grosse Stücke von Seegras und vereinzelt von anderen Pflanzen	wenig
6.	10	17. 9. 1900	Strand bei Bellevue	Cocconeis, z. T. noch auf den Seegrasstücken sitzend	grosse Seegrasstücke	?
7.	11	„	„	Cocconeis spärlich	grosse Seegrasstücke (die Zellen z. T. mit frischem Inhalt)	?
8.	12	„	„	vereinzelte leere Schalen	Seegrasstücke	wenig
9.	12	„	„	—	kleine, stark zersetzte Seegrasstücke	sehr wenig
10.	9	„	„	wenig leere Schalen	kleine, stark zersetzte Seegrasstücke	wenig

Die Nahrung von *Litorina litorea* besteht nach Meyer und Möbius[1]) aus pflanzlichen und thierischen Stoffen. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen und Beobachtungen stimmen vollkommen damit überein. Im Darminhalt überwogen die vegetabilischen Bestandtheile immer. Es ist dabei wohl in Betracht zu ziehen, dass an den Stellen, wo ich die meisten Thiere gefangen habe, pflanzliche Organismen prävaliren, und ferner, dass die Litorinen infolge ihrer geringen Ortsbewegungsfähigkeit nicht sehr zur Verfolgung anderer Thiere geeignet sind. Von 24 Exemplaren, die ich auf ihren Darminhalt untersucht habe, hatten 22 grössere und kleinere Pflanzenstücke gefressen. Das eine der beiden Thiere, deren Darminhalt frei von Pflanzenstücken war, (Nr. 2) stammte aus der Region des lebenden Seegrases in der Wiker Bucht, das andere (Nr. 24) von einem Pfahl bei Bellevue. Im letzteren Fall ist der Mangel an vegetabilischen Nahrungsbestandtheilen nicht überraschend, denn an den Pfählen treten die pflanzlichen Organismen gegen die thierischen zurück, und diese letzteren sind zum grossen Theil den Schnecken wohl zugänglich, da sie festsitzen und keine ausreichenden Schutzvorrichtungen besitzen. In England werden die Strandschnecken nach Meyer und Möbius[1]) in die Austernparks gesetzt, um die Algen, die die Verschlammung und Versandung der Bänke verursachen, zu vertilgen. Im Darm sämmtlicher untersuchten Thiere habe ich sehr viel Diatomeen gefunden. Nur in einem Fall (Nr. 22) habe ich im Protokoll keine verzeichnet; ich glaube jedoch, dass es versehentlich unterblieben ist. Im Aquarium sieht man die *Litorina* oft an den Wänden kriechen und die Ueberzüge von mikroskopischen Pflanzen und Thieren abweiden, die Spuren ihrer Radulaarbeit als Zeichnung zurücklassend (Meyer und Möbius[2]). Von thierischen Bestandtheilen fand ich in zwei Exemplaren (Nr. 8 und 18) eine Cyprislarve von *Balanus*, in drei anderen (Nr. 2, 19 und 20) einen *Tintinnus ventricosus*. Vermuthlich sind diese Organismen in totem Zustande aufgenommen worden. Vereinzelte Spongiennadeln habe ich nur in einem Fall notirt, doch steht es ausser Zweifel, dass sie ebenso wie Sand und Detritus auch im Darm anderer Thiere vorhanden waren. Besonders bemerkenswerth sind die Exemplare Nr. 16 und 17. Bei ihnen habe ich richtigen Spongienfrass konstatiren können. Die Nadeln waren zum grossen Theil noch durch Gewebe mit einander verbunden und in so grosser Menge vorhanden, dass schon aus diesem Grunde die Möglichkeit einer zufälligen Aufnahme ausgeschlossen ist.

[1]) l. c. p. 13.
[2]) l. c. p. 12.

Litorina litorea L.

Nr.	Höhe in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand
1.	?	11. 1. 1899	Seegras bei Bellevue	Sehr viel Cocconeis, daneben auch Naviculaceen, Synedren und Rhoicosphenia	—	mehrere Gewebstheile	—	?	ziemlich viel
2.	?	6. 7. 1899	Seegras in der Wiker Bucht	sehr viel Grunddiatomeen	1 Tint. ventricosus	—	—	?	?
3. u. 4.	17 19	17. 8. 1900	„	sehr viel Grunddiatomeen, vorherrschend Cocconeis	—	vereinzelte Seegrasstücke	—	viel	?
5.	20	„	„	sehr viel Grunddiatomeen, vorherrschend Cocconeis	—	grössere Seegras- und Algenstücke	—	viel	?
6.	22	„	„	sehr viel Grunddiatomeen, vorherrschend Synedren	—	grössere Seegras- und Algenstücke	—	viel	?
7.	22	„	„	Grunddiatomeen spärlich	—	grosse Seegrasstücke	—	?	?
8.	?	24. 7. 1899	Florideen bei Boje C	Grunddiatomeen viel	—	grosse Algenstücke und -fäden	1 Balanidenlarve (Cyprisstadium)	?	ziemlich wenig
9.	16	23. 7. 1900	Florideen am Strander Grasberg	Sehr viel lange Synedren, daneben andere Diatomeen	—	viel Florideenstücke	—	?	?
10. u. 11.	13 15	„	„	wie die vorige, doch überwiegen die Synedren nicht so sehr	—	sehr viel Florideenstücke	—	?	ziemlich viel
12. u. 13.	15 17	„	„	wie die vorigen	—	viel Florideenstücke	—	?	?
14.	?	21. 2. 1899	Kleverberg	Rhabdonema, Grammatophora, Rhoicosphenia, Synedra u. a.	—	Algenstücke	—	?	wenig
15.	?	„	„	wie die vorige	—	Algenstücke und -triebe	—	viel	wenig
16. u. 17.	?	28. 10. 1899	Florideen zw. Heulboje und Bülk A	Grunddiatomeen vorhanden	—	Florideenstücke	Stücke von Amorphina panicea	?	?
18.	22	2. 6. 1900	Sand mit Florideen Stoller Grund	Grunddiatomeen sehr viel	1 Tint. ventricosus	Pflanzenreste spärlich	1 Balanidenlarve (Cyprisstadium) Spongiennadeln vereinzelt	?	grosse Körnchen
19. u. 20.	18	„	„	Grunddiatomeen viel, Synedra vorherrschend	1 Tint. ventricosus (nur in 19)	wie die vorige	—	viel	ziemlich wenig
21.	23	„	„	wie die vorigen	—	wie die vorigen	—	viel	ziemlich wenig, aber grosse Körnchen
22.	17	9. 6. 1900	K. W.-K. Knoop Dredge	— ?	—	grössere Algenfäden und Pflanzenstücke	—	sehr viel	viel
23.	13	„	„	ziemlich viel Grunddiatomeen	—	grössere Pflanzenstücke	—	sehr viel	viel
24.	?	11. 2. 1899	Pfahl bei Bellevue	sehr viel Grunddiatomeen	—	—	—	?	?

Meyer und Möbius sahen Strandschnecken Fleisch von Säugethieren fressen, und im Aquarium habe ich beobachtet, wie eine *Litorina* die Schliessmuskelreste einer klaffenden, ausgenommenen Miesmuschel verzehrte. Fütterungsversuche, die ich wiederholt mit *Litorina* angestellt habe, sind mir stets misslungen. Die Schnecken blieben, selbst in ganz reinen Gefässen und in filtrirtem Wasser tagelang an den Glaswänden, ohne die ihnen dargebotene Nahrung zu beachten. Es ist bekannt, dass manche Schnecken monate- und jahrelang ohne Nahrung leben können. Krukenberg[1]) erwähnt, dass Heliciden jahrelang, in Schächtelchen verpackt, am Leben geblieben sind, und dass andere Schnecken (?), die im britischen Museum mit dem Gehäuse an einer Unterlage festgeklebt waren, nach Jahren davongekrochen sind. Der eben erwähnte Umstand, dass die Strandschnecken bei den Fütterungsversuchen die angebotene Nahrung nicht beachteten, lässt sich vielleicht zum Theil auch auf Mangel an Witterungsvermögen zurückführen. Nagel[2]) konnte wenigstens bei *Litorina* und anderen Meeresschnecken „irgend welche Anziehungsreaktionen nicht erzielen". Buerkel[3]) fing in seinen Reusen im ganzen nur drei Exemplare dieses gemeinen Thieres. Andere hier vorkommende grössere Prosobranchier habe ich nur vereinzelt oder garnicht gefangen und darum keine Untersuchungen an ihnen anstellen können. Bei der Besprechung der Räuber komme ich auf einige zurück. — Zum Schluss sei noch erwähnt, dass der Darminhalt bei *Litorina,* und auch bei *Rissoa* und *Cerithium* stets aus kleinen regelmässigen Ellipsoiden bestand. Bei *Litorina* waren sie etwa 0,8 mm lang, bei den kleineren Schnecken erheblich kürzer.

Acera bullata.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand
1.—3.	?	11. 2. 1899	Grenze des lebenden und toten Seegrases bei Bellevue	Grunddiatomeen: Cocconeis, Naviculaceen, Rhoicosphenia, Grammatophora und andere	grosse zartwandige, meist leere Zellen, vermuthlich von Algen	—	wenig	sehr viel
4.	?	18. 6. 1900	Mud zwischen Bellevue und Holtenau	—	grössere Pflanzenstücke spärlich	kleine Crustaceenreste vereinzelt	sehr viel	viel
5. u. 6.	8 9	23. 7. 1900	Fucus am Kleverberg	sehr viel Grunddiatomeen	grössere Florideenstücke ziemlich viel	—	ziemlich	ziemlich viel
7.	8	„	Algen und totes Seegras am Stoller Grund	wenig Grunddiatomeen	Pflanzenstücke spärlich	—	viel	viel sehr grosse Körner
8.	6	„	„	Grunddiatomeen viel, vorwiegend Synedren	—	—	viel	viel, keine grossen Körner
9.	6	„	„	Grunddiatomeen viel	Pflanzenstücke vereinzelt	—	viel	wenig

Von *Acera bullata,* der gemeinen Kugelschnecke, habe ich neun Exemplare untersucht. Im Darm von acht Thieren habe ich Pflanzenstücke gefunden, jedoch fast immer nur in geringer Menge. Ebenfalls mit einer Ausnahme hatten sämmtliche neun Thiere Grunddiatomeen aufgenommen, zum Theil in grosser Menge. Die Kugelschnecken bewohnen vorzugsweise das Gebiet der toten Pflanzen, und sechs der unter-

[1]) C. Fr. W. Krukenberg: Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung. Heidelberg 1882.

[2]) W. A. Nagel: Vergleichende physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie. Gekrönte Preisschrift. Bibliotheca zoologica. Bd. 70. 1894/96. Stuttgart.

[3]) l. c.

suchten Exemplare habe ich dort gefangen. Der Darm dieser sechs so wie eines im Mud gefangenen enthielt die pflanzlichen Bestandtheile in besonders spärlicher Menge, während sich bei zwei in der Region des lebenden Fucus gefundenen Thieren pflanzliche Zellkomplexe ziemlich viel nachweisen liessen. Die abgestorbenen Pflanzentheile sind, wie schon oben erwähnt, der Verdauung leichter zugänglich als die lebenden. Kleine thierische Reste fand ich nur in dem einen Exemplar, das aus dem Mud der Wiker Bucht stammt, und zwar waren es kleine Crustaceenreste. Spongiennadeln habe ich ausser acht gelassen, weil sie doch nur zufällig aufgenommen sind, ebensowenig lege ich dem Sand, der im Darm sämmtlicher Thiere vorhanden war, Bedeutung bei. Unkenntliche Masse bildete fast stets einen grossen Bestandtheil des Darminhaltes; ob es sich um feinen Detritus oder um Verdauungsprodukte handelt, konnte ich nicht entscheiden. Im Aquarium habe ich eine *Acera* Miesmuschelfleisch fressen sehen, und konnte durch diese freilich nur gelegentliche Beobachtung, „die schon früher von Möbius gemachte Beobachtung, dass sich das Thier nicht allein von Pflanzen nährt, sondern auch Fleisch geniesst", bestätigen. Buerkel[1]) hat in seinen Reusen im ganzen 32 Kugelschnecken gefangen, davon 27 in solchen, die mit faulem Köder versehen waren, 4 in leeren und 1 in Reusen mit frischem Fleischköder. Offenbar bevorzugt das Thier demnach faules Fleisch. Aber damit ist keineswegs die Behauptung Buerkel's gerechtfertigt, dass *Acera* „ein offenbarer Fleischfresser" ist.

2. Thiere, die sich vorzugsweise von kleinpflanzlicher Kost nähren.

Von solchen Thieren, die hauptsächlich Grunddiatomeen fressen, habe ich zwei gefunden, *Rissoa octona L.* und *Cerithium reticulatum* da Costa.

Rissoa octona (Tabelle siehe S. 106) findet sic hin grossen Mengen in den Regionen der lebenden Pflanzen. Im Seegras der Wiker Bucht habe ich sie massenhaft gefangen; manchmal bildeten sie den Hauptinhalt des Netzes, und an den Seegrasblättern, die von der Dredge losgerissen wurden, sassen sie in grosser Zahl. Auch im Aquarium habe ich sie wiederholt am Seegras und an andern Pflanzen kriechend gesehen. Jedoch ergab die Darmuntersuchung, dass Pflanzenstücke nur eine untergeordnete Rolle als Nahrung für die Schnecken spielen. 18 von den von mir untersuchten Exemplaren hatten bestimmt keine Pflanzenstücke im Darm, bei dreien ist es unsicher, weil ich im Untersuchungsprotokoll keine bestimmten Angaben gemacht habe, und im Darm der übrigen 13 waren vegetabilische Zellkomplexe spärlich oder vereinzelt. Dagegen waren Grunddiatomeen immer vorhanden, in vier Thieren in spärlicher Menge, im Darm der übrigen zahlreich. Die häufigsten unter den Diatomeen waren *Cocconeis, Synedra, Melosira, Grammatophora, Rhoicosphenia; Coscinodiscus,* der ebenfalls nicht selten war, fand sich meist in Bruchstücken. *Cocconeis* war die gemeinste Form im Darm der Thiere, die bei Bellevue gefangen waren, während sie, je weiter der Fangort im äussern Theile der Föhrde lag, desto mehr zurücktrat. Die vier Thiere, deren Darm nur spärlich Diatomeen enthielt (Nr. 12—15) stammten aus dem Seegras der Wiker Bucht, von einem Dredgezuge, der fast nur *Rissoa* zu Tage gefördert hatte. Vielleicht war die Zahl der Konsumenten zu gross im Verhältniss zur Nahrung gewesen. Die Schwammnadeln, die ich wiederholt bemerkte, sowie die winzigen Crustaceenborsten und die andern unkenntlichen thierischen Reste, ferner das leere Prorocentron und die beiden Tintinnen, werden mit dem Sand und der unkenntlichen Masse als rein accessorische Bestandtheile in den Darm gerathen sein.

Ganz ähnlich wie bei *Rissoa* war auch der Darminhalt bei *Cerithium* beschaffen. (Tabelle siehe S. 107.) Zwar habe ich Stücke von Gewebspflanzen in jedem der 16 untersuchten Exemplare gefunden, aber immer nur vereinzelt. Grunddiatomeen bildeten stets den Hauptbestandtheil des Darminhaltes. *Cocconeis* war selten; in einigen Därmen war *Grammatophora* vorherrschend, in den übrigen waren die schon bei *Rissoa* erwähnten Formen vorhanden. Das seltene Vorkommen von Cocconeis im Darminhalt von *Cerithium* erklärt sich daraus, dass diese Schnecke nur im äusseren Theil der Föhrde vorkommt, und dass Cocconeis sich vorzugsweise in der Seegraszone der inneren Bucht findet. Was ich über die thierischen Bestandtheile im Darminhalt von *Rissoa* gesagt habe, gilt auch für *Cerithium.*

[1]) l. c.

Rissoa octona L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges
1.—10.	?	11. 1. 1899	Seegras bei Bellevue	Grunddiatomeen, vorwiegend Cocconeis, Coscinodiscus meist zerbrochen	—	—	kleine Pflanzenstücke spärlich	—	?	viel	—
11.	7	17. 8. 1900	Wiker Bucht, Seegras	Grunddiatomeen ziemlich viel	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—
12.—15.	5 5 6 6	,,	,,	Grunddiatomeen spärlich	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—
16. u. 17.	7—8	27. 3. 1900	Florideen und Seegras, Glockenboje	Grunddiatomeen viel	—	—	—	vereinzelte Spongiennadeln	sehr viel	viel	—
18.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel	—	—	kleine Pflanzenstücke	vereinzelte thierische Reste	sehr viel	viel	—
19.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel, vorwiegend Cocconeis	—	1 Gehäuse von Tint. ventricosus	—	vereinzelte thierische Reste	—	viel	—
20.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel	—	1 Gehäuse von Tint. ventricosus	kleine Pflanzenreste	?	sehr viel	viel	—
21.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel	—	—	—	?	sehr viel	viel	—
22.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel, Biddulphia vereinzelt	—	—	?	winzige Crustaceenborsten	sehr viel	viel	—
23.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel	—	—	1 grosse Algenzelle mit Chlorophyll	?	sehr viel	viel	—
24.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen relativ spärlich	—	—	?	?	sehr viel	viel	—
25.	,,	,,	,,	Grunddiatomeen viel	1 leeres Prorocentron	—	?	?	sehr viel	viel	—
26.—28.	?	28. 10. 1899	Boje Bülk A, Florideen	Grunddiatomeen sehr viel	—	—	—	Spongiennadeln und andere kleine Reste	viel	viel	—
29.—34.	?	,,	,,	Grunddiatomeen viel, (relativ wenig)	—	—	—	?	sehr viel	sehr viel	

Cerithium reticulatum da Costa.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges
1.—5.	?	24. 7. 1899	Florideen bei Boje C	Grunddiatomeen, vorwiegend Grammatophora	—	vereinzelte kleine Pflanzenstücke	kleine Crustaceenreste vereinzelt, Spongiennadeln	sehr viel	viel	—
6.	?	„	„	Grunddiatomeen, vorwiegend Grammatophora	1 Tint. ventricosus	vereinzelte kleine Pflanzenreste	Spongiennadeln	sehr viel	viel	—
7.—13.	8—10	23. 7. 1900	Florideen am Strander Grasberg	sehr viel Grunddiatomeen, (Synedren, Naviculaceen, Grammatophora, Rhoicosphenia u. a.)	—	vereinzelte kleine Pflanzenstücke	— ?	viel	viel	—
14. u. 15.	8—10	„	„	sehr viel Grunddiatomeen	1 Tint. ventricosus	vereinzelte kleine Pflanzenstücke	— ?	viel	ziemlich viel	—
16.	8—10	„	„	sehr viel Grunddiatomeen	—	vereinzelte kleine Pflanzenstücke	1 leere Eihülle	viel	viel	—

Schliesslich sei noch eine Angabe von Henking[1]) über die Nahrung von *Hydrobia ulvae* Penn., einer Schnecke, die ich nicht untersucht habe, citirt. „Was die Nahrung von *Hydrobia* anbelangt, so habe ich in ihrem Darmtraktus grosse Mengen von Steinchen, Schalenstückchen, Bruchstücken von Diatomeenpanzern, ganzen Diatomeen, Bruchstücken von Kieselnadeln und kleine Körnchen gesehen, so dass wohl kleine Organismen als gewöhnliche Nahrung bezeichnet werden dürfen."

3. Thiere, die sich vorwiegend von Fleischkost nähren.

Je nachdem, ob sich die Thiere von toten oder von lebenden Thieren nähren, unterscheide ich Aasfresser und Räuber.

Was die Aasfresser anbetrifft, so habe ich unter den hierhergehörigen Thieren keins gefunden, das diese Bezeichnung zweifellos verdient, und auch keins, das ich als vorwiegend vom Aasfrass lebend hinstellen könnte.

Zu den Räubern rechne ich diejenigen Thiere, die sich von lebenden thierischen Organismen nähren, gleichviel, ob sie sie erjagen oder erlauern.

Zu den Räubern gehören Vertreter sämmtlicher Stämme der Metazoen. Die von mir untersuchten Thiere, die hierher zu stellen sind, sind:

Asteracanthion rubens L.	*Crangon vulgaris* L.	*Spinachia vulgaris* Flem.
Nephthys.	*Leander adspersus* Rathke.	*Nerophis ophidion* L.
Nereis pelagica L.	*Carcinus maenas* L.	*Siphonostoma typhle* L.
Harmothoe imbricata L.	*Gobius Ruthensparri* Euphr.	*Pleuronectes platessa* L.
Lepidonotus squamatus L.	*Gasterosteus pungitius* L.	*Pleuronectes flesus* L.

Von den Coelenteraten sind die Aktinien zu nennen. Ich selbst habe keine Gelegenheit gehabt, die in der Kieler Föhrde vorkommenden Arten zu untersuchen, aber in den mir zugänglichen Werken, in denen überhaupt die Ernährungsweise der Aktinien berücksichtigt wird, wird angegeben, dass diese Thiere

[1]) H. Henking: Beiträge zur Kenntniss von *Hydrobia ulvae* und deren Brutpflege. Bericht der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i./Br. 8. Bd. p. 99 (11).

eine räuberische Lebensweise führen. Ueber die bei uns vorkommende *Actinia mesembryanthemum* spricht sich Möbius[1]) folgendermassen aus: „. . . wenn ein Wurm, eine Schnecke, ein kleiner Fisch sie im Vorbeigehen berührt, so stossen sie plötzlich tausende feiner Fäden aus, um sie zu umspinnen, zu fangen und in den Mund zu führen." Marshall[2]) schildert die Aktinien ebenfalls als gefrässige Räuber, ebenso Voges.[3]) Dieser erwähnt auch, dass Johnson eine *Tealia crassicornis* gefunden hat, welche eine grosse Schale einer Jakobsmuschel verschlungen hatte. van Beneden hat nach Marshall Aktinien an der belgischen Küste studirt und schreibt, dass sie zu den gefürchtetsten Feinden der Mysideen gehören. „Jene Krebschen verschwinden im Augenblick, wenn sie einer Aktinie ansichtig werden. Man kann Hunderte, ja selbst Tausende jener Thierchen in ein Aquarium thun; befindet sich darin nur eine einzige Aktinie von gewöhnlicher Grösse, so darf man nicht erwarten, 24 Stunden später noch ein einziges Krebschen am Leben zu finden." Im Aquarium des zoologischen Instituts zu Kiel werden die Aktinien gewöhnlich mit Miesmuschelfleisch gefüttert.

Ein ausgesprochener Räuber ist *Asteracanthion rubens*, und zwar stellt er in erster Linie den Muscheln und Schnecken nach. Er ist der Hauptfeind der Austernzucht. Collins hat den Schaden berechnet, den *Asteracanthion* auf den amerikanischen Austernbänken anrichtet. Die obere Zahlenreihe in der folgenden Tabelle, welche der gleich weiter zu berücksichtigenden Arbeit von Schiemenz entnommen ist, bedeutet die Zahlen der Jahre, die Collins zu seinen Berechnungen gewählt hat, die zweite und dritte geben in Dollars den Schaden an, den die Seesterne, beziehungsweise Frost, Schlamm, Schnecken angerichtet haben.

1887	1888	1889
469 600	631 500	412 450
39 200	46 750	52 450.

Ich habe eine grosse Zahl von Seesternen untersucht, aber nur ganz vereinzelt Mageninhalt gefunden, nämlich in zwei Exemplaren kleine Miesmuschelschalen. Der Grund dafür liegt in dem Umstand, dass der Seestern seinen Magen ausstülpen und damit grössere Mollusken aussaugen kann. Lange ist es ein Räthsel gewesen, wie der Seestern die Muschel öffnet. Man hat vermuthet, dass er sie solange belagere, bis sie durch Atem- oder Nahrungsbedürfniss gezwungen würden, die Schalen zu öffnen; ferner, dass er sie durch einen giftigen Saft betäube, oder mit Hülfe einer Säure ein Loch in die Schale bohre, durch das er den Weichkörper aufsauge. Marshall[4]) unterschiebt einem dänischen Naturforscher, Heins, sogar die abenteuerliche Ansicht, dass der Seestern der Muschel einen Arm zwischen die Schalen schiebe und sich abquetschen lassen solle[5]); aus der Wunde solle sich ein für die Muschel tötliches Gift ergiessen und das Klaffen der Schalen zur Folge haben. Paulus Schiemenz[6]) hat nachgewiesen, dass der *Asteracanthion* die Muschel lediglich durch mechanische Kraft öffnet. Zunächst bestimmte Schiemenz die Kraft, die erforderlich ist, um eine Muschel zu öffnen. *Venus verrucosa*, die Schiemenz zum Experiment diente, hielt die momentane Einwirkung einer Zugkraft von 4000 gr aus, dagegen genügte eine fünfzehn Minuten lange Einwirkung von 900 gr, um die Schalen klaffen zu lassen. Durch geeignete Versuche fand Schiemenz ferner, dass ein Seestern über eine Kraft von etwa 1350 gr verfügt. Im Aquarium habe ich nicht selten beobachtet, dass ein Seestern eine Muschel *(Mytilus, Mya* und *Tellina)* umklammert hielt; wenn er dann nach geraumer Zeit weiterkroch, waren die Schalen offen und leer. In Hinblick auf den Schaden, den *Asteracanthion rubens* unter den Muscheln anrichtet, ist es kaum angebracht, dass Voges[7])

[1]) K. Möbius: Das Thierleben am Boden der deutschen Ost- und Nordsee. Berlin 1871.

[2]) l. c. p. 127.

[3]) l. c.

[4]) l. c. p. 160.

[5]) Da Marshall keine Quelle hierfür angiebt, so glaube ich, dass ein Irrthum obwaltet. In einer Schrift „Ueber den Muschelfang" (Schleswig 1868) sagt der Fischereidirektor W. F. G. Heins, der vermuthlich identisch mit dem „dänischen Naturforscher" ist: „Wenn die Muschel dann und wann ihre Schalen öffnet, . . ., so wirft der Kreuzfisch einige durchsichtige Fäden oder Stengel zwischen dieselben hinein". Das Weitere stimmt mit den Angaben von Marshall überein.

[6]) Paulus Schiemenz: „Wie öffnen die Seesterne Austern?" Mitth. d. d. Seefischereivereins, Bd. 12. Nr. 6. 1896.

[7]) l. c.

ihm eine grosse Bedeutung als „Wohlfahrtspolizei“ beimisst. „Man kann sie [die Seesterne] mit den Geiern, Hyänen und ähnlichen Geschöpfen vergleichen, welche von der Natur bei der Wohlfahrtspolizei angestellt sind, um die Leichen wegzuschaffen, ehe ihre Fäulniss für andere lebende Thiere verderblich wird“. Dass *Asteracanthion* Aas frisst, unterliegt allerdings keinem Zweifel. Im Aquarium verzehrte er tote Schlangennadeln; Buerkel fing in den Reusen, die mit faulem Köder gefüllt waren, im Ganzen 2543 Exemplare, in solchen mit frischem Köder nur 304 und endlich in leeren oder mit glänzenden Scherben nur 64 Thiere.

Unter den Würmern gelten die freischwimmenden Polychäten, und unter ihnen besonders die Nereiden als Räuber. *Nereis diversicolor* muss ich jedoch ausnehmen und zu den Thieren stellen, die vorwiegend Detritus fressen.

Von *Nereis pelagica* habe ich nur zwei Exemplare untersuchen können, die beide im Dezember 1900 am Kleverberg gefangen worden waren. Im Darm beider habe ich grosse Stücke von *Halichondria panicea* und mehrere kleine, bis zu 4 mm lange *Mytilus* gefunden. Von pflanzlichen Bestandtheilen enthielt der Darm des einen Exemplares Florideenstücke, der des andern Florideen- und Seegrasstücke. Ein Haufen Ceratien, der sich im Darm des einen Wurmes fand, hat höchstwahrscheinlich die Nahrung einer gefressenen Muschel gebildet. Sandkörnchen sind wohl zufällig aufgenommen worden.

Harmothoë imbricata L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Gewebspflanzen	Polychäten	Crustaceen	Schnecken	Unkenntliche Masse	Sand
1.	?	11. 2. 1899	Grenze des lebenden und toten Seegrases, Bellevue	Cocconeis und andere Grundformen	—	Stücke von Seegras und Algen	—	Trümmer von Panzern mit Borsten	—	wenig	wenig
2.	30	15. 11. 1899	Strander Grasberg	vorhanden	—	1 ziemlich grosser Algenfaden	sehr viel Borsten der eignen Art, Nereisborsten	Amphipodenreste	—	?	?
3.	24	2. 6. 1900	Sand mit Florideen, Stoller Grund	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	23	„	„	—	—	—	—	Reste ziemlich viel	—	vorh.	vorh.
5.	?	„	„	—	—	—	ziemlich viel Borsten	—	—	viel	viel
6.	?	6. 12. 1899	Kleverberg	—	vereinzelte Ceratiumstücke	Algentriebe	—	Reste	ca. 20 Reihen einer nicht weiter zu bestimmenden Radula	vorh.	vorh.
7.	25	23. 7. 1900	Strander Grasberg	zahlreich, besonders Synedren	—	grosse Pflanzenstücke ziemlich viel	—	—	—	?	?
8.	25	„	„	spärlich	—	spärlich	sehr viel Polynoidenborsten	—	—	?	?
9.	25	„	„	—	—	—	viel Polynoidenborsten	—	—	vorh.	vorh.
10.—13.	24 24 24 23	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—

Von *Harmothoë imbricata* habe ich 13 Exemplare untersucht; bei fünf von ihnen war gar kein Darminhalt vorhanden. Von den andern acht hatten sieben thierische Stoffe gefressen. Im Darm von vier Exemplaren waren Polychätenborsten in beträchtlicher Menge, so dass es zweifellos ist, dass es sich in diesen Fällen um den Frass von Würmern gehandelt hat. Bemerkenswerth ist es, dass die im Darm gefundenen Borsten meist von Polynoiden stammten; einmal waren auch Nereidenborsten dabei, und einmal habe ich bei der Untersuchung nur „Polychätenborsten" notirt. Reste von Crustaceen habe ich im Darm von vier Exemplaren gefunden. In einem Falle waren sie noch als Amphipodentheile zu bestimmen, sonst waren sie unkenntlich. Im Darm eines der letzteren vier Thiere befand sich auch ein aus 50 Reihen bestehendes Stück einer Radula, die aber auch nicht mehr zu bestimmen war. Einen nur aus vegetabilischen Bestandtheilen gebildeten Darminhalt habe ich nur in einem Fall gefunden. Das betreffende Thier hatte grosse Pflanzenstücke, Synedren und andere Diatomeen gefressen; die Diatomeen haben vermuthlich auf den Pflanzenstücken gesessen. In einem Thier habe ich noch einige Algentriebe, in einem andern einen Algenfaden und in einem dritten Stücke von Seegras und Algen gefunden, in den beiden letzten auch Grunddiatomeen.

Ganz ähnliche Resultate hatten meine Untersuchungen an *Lepidonotus squamatus,* de. auf Mudgrund lebt. Auch dies Thier bevorzugt thierische Kost entschieden. Zwölf Thiere habe ich untersucht;

Lepidonotus squamatus L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Gewebspflanzen	Polychäten	Crustaceen	Schnecken	Unkenntliche Masse	Sand
1.	?	22. 4. 1899	Mud auf der Höhe der Marine-Akademie	Chaetoceros selten, Grunddiatomeen ziemlich viel	vereinzelte Ceratiumreste	—	—	Reste eines grösseren Krebses	—	viel	viel
2.	?	6. 12. 1899	Kleverberg	—	—	kleine Seegrasstücke	1 kleine Polynoë cirrata	—	—	viel	vorh.
3.	?	„	„	—	—	kleine Seegrasstücke	—	grosse Crustaceenreste	—	?	?
4. -6.	?	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	30	27. 3. 1900	Floridеen und Seegras, Glockenboje	Grundformen vorhanden	—	grosse Stücke	viele z. Th. noch in Bündeln liegende Borsten	—	—	viel	viel
8.	30	„	„	viel Grundformen	—	Algentriebe spärlich	sehr viel Borsten von Polynoë cirrata; andere, vermuthlich von Terebellides	—	—	viel	viel
9.	26	„	„	Grundformen spärlich	—	—	sehr viel Borsten von Terebellides (?)	—	über 100 Radulazähne eines Opisthobranch.	sehr viel	sehr viel
10.	28	„	„	—	—	—	sehr viel Borsten	—	—	vorh.	vorh.
11.	29	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	25	„	„	—	—	kleine Pflanzenstücke in spärlicher Menge	viel Borsten	—	—	vorh.	vorh.

bei vieren war der Darm leer, bei den übrigen enthielt er thierische Bestandtheile und zwar bei zweien grössere Crustaceenreste, bei sechs Polychätenborsten in beträchtlicher Menge. Ausser Borsten von Polynoiden liessen sich auch solche von *Terebellides* nachweisen, dagegen fehlten Nereidenborsten. Grössere oder kleinere Pflanzenstücke waren im Darm von fünf Individuen vorhanden; Grunddiatomeen habe ich in vier Fällen, zweimal in ziemlicher Menge bemerkt. Im Darm eines Thieres sind mir vereinzelte Chaetoceroszellen und Bruchstücke von Ceratien aufgefallen; ich vermuthe, dass sie den Darminhalt eines ebenfalls in dem Wurm gefunden Krebses gebildet haben. Auch bei *Lepidonotus* habe ich in einem Falle Radulazähne konstatiren können; es waren über hundert, die, nach ihrer Form zu urtheilen, zu einem Hinterkiemer gehört haben müssen.

Die Darmuntersuchungen von *Nephthys*[1]) haben mich zu keinem klaren Ergebniss geführt. In den meisten Fällen war der Darm leer. Vermuthlich wird der Darminhalt im Alkohol ausgestossen, denn viele

Nephthys.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Gewebspflanzen	Polychaeten	Crustaceen	Unkenntliche Masse	Sand	Bemerkungen
1.—6.	?	24. 4. 1899	Mud auf der Höhe von Düsternbrook	vorhanden	vereinzelte kleine Stücke	—	vereinzelte kleine Reste	vorh.	vorh.	—
7.	?	6. 12. 1899	Mud bei der Gasboje	—	—	Stücke von Harmothoë imbricata	—	?	?	—
8. u. 9.	40 35	18. 6. 1900	Mud auf der Höhe der Wiker Bucht	vorhanden	—	Sehr viel Nephthysborsten	—	viel	viel	—
10.	45	„	„	—	—	—	—	vorh.	vorh.	Darm spärlich gefüllt
11. u. 12.	?	8. 11. 1899	Mud vor dem Stoller Grund	—	—	—	—	viel	viel	—
13. u. 14.	70 50	28. 10. 1899	Mud zwischen Heulboje und Boje Bülk A	—	—	Borsten, vermuthlich von Polynoë	Reste, anscheinend von einem Amphipoden	viel	viel	—
15.	60	„	„	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—

in Alkohol getöteten Thiere hatten den Rüssel ausgestülpt. Unter den fünfzehn Thieren, die Darminhalt besassen, wurde dieser bei vier nur aus Sand und unkenntlicher Masse gebildet; bei fünf Exemplaren war Fleischfrass sicher nachzuweisen. Eins von diesen enthielt Stücke einer kleinen *Harmothoë imbricata*, zwei enthielten Borsten von Polychäten — vermuthlich von Polynoiden, — und die andern zwei sehr viel Borsten der eignen Art. Im Darm von sechs Exemplaren habe ich vereinzelte kleine Crustaceenreste gefunden. Dieser Befund berechtigt jedoch nicht zu dem Schluss, dass Crustaceenfrass vorliegt. Wahrscheinlicher ist es, dass die spärlichen winzigen Theile, ebenso wie kleine Pflanzenstücke, die ich vereinzelt im Darm derselben Würmer fand, als Detritusbestandtheile aufgenommen worden sind. In zwei Fällen stiess ich auf grössere Crustaceenreste, die anscheinend von einem Amphipoden stammten. Aus den Resultaten meiner Darmuntersuchungen lässt sich nicht entscheiden, ob *Nephthys* zu den Räubern oder zu den Detritusfressern gehört, jedoch sprechen einige Beobachtungen dafür, dass sie eine räuberische Lebensweise führt. Schack[2]) hielt ein 47 mm langes Exemplar von *N. coeca* mit einem 30 mm langen und einen 12 mm langen Exemplar

[1]) Ich habe die beiden Arten von *Nephthys, N. coeca* und *N. ciliata* nicht gesondert untersucht.

[2]) Friedrich Schack: Anatomisch-histologische Untersuchung von *Nephthys coeca* Fabr. Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der Kieler Bucht. Inaugural-Dissertation. Kiel 1886.

Crangon vulgaris L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Gewebspflanzen	Polychaeten	Crustaceen	Mollusken	Unkenntliche Masse	Sand
1.	ca. 25	11. 1. 1899	Seegras bei Bellevue	—	—	sehr viel Polynoidenborsten, z.T. noch im Gewebe	—	—	—?	—
2.	ca. 25	„	„	—	—	—	1 Ostracode, ausserdem Reste, vermuthlich auch von Ostracoden	—	?	—
3.	ca. 25	„	„	vorhanden	sehr viel Gewebstheile und Fadenalgen	—	Chitinreste, vermuthlich von Crustaceen	—	?	—
4.	45	17. 8. 1900	Seegras, Wiker Bucht	—	—	—	einige kleine Reste	—	sehr viel	vorhanden
5.	40	„	„	—	—	—	kleine Reste	Bruchstücke von kleinen Muscheln	?	vorhanden
6.	39	„	„	—	—	viel Polynoidenborsten	—	—	?	vorhanden
7. u. 8.	41 ?	„	„	—	—	—	Reste	—	vorhanden	vorhanden
9.	39	„	„	—	—	viel Polynoidenborsten	Reste	zerbrochene Muschelschalen	?	vorhanden
10.	38	„	„	—	—	viel Polynoidenborsten	—	Bruchstücke von Muschelschalen	?	vorhanden
11.	32	„	„	—	—	viel Polynoidenborsten	Reste	—	?	vorhanden
12. u. 13.	37	„	„	—	—	—	—	—	—	—
14.	35	21. 2. 1899	Kleverberg	—	—	kleine Nereidenborsten	Reste	—	—	—
15.—20.	durchschnittlich 34	23. 7. 1900	„	—	—	—	—	—	—	—
21.	25	28. 10. 1899	Florideen, zwischen Heulboje und Bülk A	—	—	sehr viel Borsten	sehr viel Reste	—	?	viel
22.	25	„	„	—	—	—	Reste	mehrere Schneckengehäuse	?	?
23.	?	„	Mud zwischen Heulboje und Bülk A	—	—	—	1 Ostracode	—	sehr viel	vorhanden
24.	35	17. 7. 1899	Florideen und Seegras, Stoller Grund	vorhanden	—	Borsten	stark zerkleinerte Stücke	—	?	grosse Stücke

derselben Art zusammen; nach acht Tagen hatte das erste das zweite bis auf ungefähr 10 Kopfsegmente und das dritte bis auf einige Endsegmente aufgefressen. Ich habe in dem Fange eines Dredgezuges eine *Nephthys* gefunden, die eine andere zum Theil übergeschluckt hatte.

Unter den in der Kieler Föhrde vorkommenden Crustaceen sind als Räuber aufzuführen: *Crangon vulgaris* L, *Leander adspersus* Rathke und *Carcinus maenas* L.

Von *Crangon vulgaris* (Tabelle siehe S. 112) habe ich vierundzwanzig Exemplare auf ihren Mageninhalt untersucht. Bei acht von ihnen war der Magen leer; bei den übrigen liess sich vorzugsweise aus Wurm- und Crustaceentheilen bestehende animalische Kost konstatiren. Die Krebstheile waren meist so zertrümmert, dass sie nicht gedeutet werden konnten, nur in zwei Fällen konnte ich je einen Ostracoden erkennen. Unter den Wurmresten ist das Ueberwiegen von Polynoidenborsten auffallend; Nereidenborsten habe ich nur in einem Darm gefunden, und in zwei Untersuchungsprotokollen habe ich nur „Polychätenborsten" verzeichnet, weil ich sie nicht bestimmen konnte. Zerbrochene Muschelschalen befanden sich im Darm von drei Exemplaren, eins hatte eine kleine Schnecke gefressen, von der aber auch nur einige Windungen zu finden waren. Pflanzenstücke habe ich nur in einem Darm gesehen, freilich in grosser Menge, sodass nicht daran zu zweifeln ist, dass sie direkt als Nahrung aufgenommen worden sind. Dem vereinzelten Vorkommen von Diatomeen lege ich keine Bedeutung bei. Was die Garneelen der Nordsee anbelangt, so besteht nach Ehrenbaum[1]) ein wesentlicher Unterschied in der Ernährung zwischen den Thieren, die im Salzwasser und denen, die im Brackwasser leben. Erstere sollen Pflanzen — *Ulva lactuca* und *Enteromorpha intestinalis* — ferner an thierischer Kost Polychäten — *Nereis pelagica*[2]) — bevorzugen; auch sollen sie vielfach, wie die Larven, Schlick fressen. Die Thiere des Brackwassers dagegen sollen in viel höherem Grade Räuber sein. Schlickfresser sind unter ihnen sehr selten, und statt der Würmer werden Krebse — *Corophium longicorne, Gammarus locusta, Mysis vulgaris* und *Podopsis Slabberi* — gefressen. Auch Fischfrass hat Ehrenbaum häufig nachgewiesen; in einem Thier fand sich ein 23 mm langes Stück einer Wirbelsäule. Auch die eignen Artgenossen werden gefressen. Ehrenbaum berichtet darüber, dass im Aquarium die frisch gehäuteten Thiere regelmässig überfallen wurden, ferner dass ein Weibchen über die Hälfte der eben ausschlüpfenden Larven frass. Ich selbst hielt mehrere Exemplare lange am Leben, indem ich sie mit Miesmuschelfleisch fütterte. Als ich sie mehrere Tage hungern liess, fielen sie zu mehreren über ein Thier her, und frassen davon. Menschliche Leichen, die längere Zeit im Wasser gelegen haben, sind oft von Garneelen angefressen. *Crangon* besitzt ein ausgezeichnetes Witterungsvermögen. Ehrenbaum blendete Individuen und sah, wie diese trotzdem einen im Sande vergrabenen Wurm fanden. Ehrenbaum betont auch, dass er sehr viel Exemplare mit vollständig leerem Magen gefunden hat, aber nur während des Winters und des zeitigen Frühjahres. Ich habe solche Thiere auch im Sommer gefunden. Leider habe ich zu Anfang meiner Untersuchungen diesen Umstand unbeachtet gelassen und Thiere mit leerem Magen garnicht protokollirt. Bei dem gleich zu besprechenden *Leander adspersus* ist es sicher, dass er seinen Mageninhalt im Alkohol wieder ausbricht; ich vermuthe, dass dies auch bei dem im Alkohol noch lange lebenden *Crangon* der Grund ist, weshalb man oft Exemplare mit leerem Darm findet.

Bei *Leander adspersus (Palaemon squilla)* liegen die Nahrungs- und Ernährungsverhältnisse ganz ähnlich wie bei *Crangon*. Ich habe eine grosse Zahl der sogenannten Ostseekrabben untersucht, aus demselben Grunde, wie bei *Crangon*, jedoch nur über sechsundzwanzig Untersuchungen Angaben gemacht. Polychäten, Krebse und Mollusken bilden auch für *Leander* die Hauptnahrung; Krebstheile überwogen im Darm der von mir untersuchten Thiere in höherem Grade, als es bei *Crangon* der Fall war. Einmal liessen sich noch grosse Stücke von einem Amphipoden erkennen, sonst handelte es sich immer um stark zerbrochene Theile von Panzern und Extremitäten, nach denen die gefressenen Crustaceen nicht mehr zu bestimmen waren. Reste von Muscheln und Schnecken habe ich in fünf Thieren gefunden, einmal stiess ich auf ein ganz erhaltenes Gehäuse von *Lacuna* und einmal auf eine etwa 2 mm lange Schale von *Mytilus*. Unter den Wurmresten habe ich in zwei Fällen Borsten von Polynoiden gefunden.

[1]) Ernst Ehrenbaum: Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris* Fabr. Sonderbeilage zu den Mittheilungen der Sektion für Küsten- und Hochseefischerei. Jahrgang 1890. p. 104 etc.

[2]) Dahl glaubt, dass Ehrenbaum *Nereis pelagica* mit *N. diversicolor* verwechselt.

Leander adspersus Rathke.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Gewebspflanzen	Polychaeten	Crustaceen	Mollusken	Unkenntliche Masse	Sand	Bemerkungen
1.	?	11. 1. 1899	lebendes Seegras, Bellevue	mehrere Grundformen	Stücke von Seegras und Algen, Zellen leer oder mit zerstreutem Inhalt	Borsten	stark zerkleinerte, unkenntliche Theile von Panzern und Extremitäten	—	spärlich	viel	—
2.	47	17. 8. 1900	Seegras, Wiker Bucht	—	—	—	—	1 kleine Lacuna	?	?	—
3.	39	„	„	—	—	—	viele Theile von kleinen Crustaceen	viele Bruchstücke von Muscheln und Schnecken	—	—	—
4.	34	„	„	—	Seegrasstückchen vereinzelt	—	ziemlich grosse Reste	—	—	—	—
5.—7.	40 37 26	„	„	—	—	—	viele stark zerkleinerte Stücke	viele Bruchstücke von Muscheln	—	—	—
8.	37	„	„	—	—	viele Polynoidenborsten	grosse Stücke von einem Amphipoden	—	—	—	
9.	36	„	„	—	viel Seegrasstückchen und Fadenalgen	viel Borsten	Stücke	Muschelbruchstücke			—
10.	40	„	„	—	1 Seegrasstückchen	—	—	—	—	—	Magen nur spärlich gefüllt
11.	48	„	„	—	—	—	zertrümmerte Theile	—			—
12.	40	„	„	—	—	—	vereinzelte Theile	—	—	—	Magen nur spärlich gefüllt
13.	46	„	„	—	—	—	Theile	—	—	—	
14.	47	„	„	—	vereinzelte Seegrasstücke	sehr viel Polynoidenborsten	—	—	—	—	Magen nur spärlich gefüllt
15.	35	„	„	—	—	vereinzelte zerbrochene Borsten	—	1 ca. 2 mm lange Mytilus	—	—	—
16.	24	„	„	vorhanden	1 ca. 5 mm langes Seegras- u. 1 ebenso langes Algenstück	—	—	—	—	—	—
17.—24.	28 bis 65	„	„	—	—	—	—	—	—	—	
25. u. 26.	ca. 30	28. 10. 1899	Florideen zwischen Heulboje und Bülk A	Grundformen	Florideen und Seegrasstücke	—	Theile	—	—	vorhanden	—

Pflanzenstücke waren bei *Leander* häufiger anzutreffen als bei *Crangon*, der Mageninhalt eines Exemplares wurde ausschliesslich von einem etwa 5 mm langen Seegrasstück und einem etwa ebenso grossen Algenstück gebildet. Marshall[1]) stellt *Leander* ebenfalls zu den Räubern und giebt an, dass die Ostseekrabbe die gleiche Lebensweise wie sein grösserer Verwandter, *Palaemon serratus*, führt. Dieser soll sogar den Aktinien die schon verschlungene Nahrung wieder wegrauben. Heincke[2]) vergleicht die Garneelen, unter denen er *Crangon* und *Leander* versteht, mit den Stichlingen. „Sie benutzen jede Gelegenheit, thierische Nahrung zu ergreifen. Die abfallenden Brocken einer Hummermahlzeit packen sie kühn mit den Scheeren des zweiten Fusspaares, jedem Angriff ihres riesigen Verwandten geschickt ausweichend. Selbst die nesselnden Tentakeln der Seerosen schrecken sie nicht ab, an der Beute derselben mitzunaschen".

Bei *Carcinus maenas* waren die Magenuntersuchungen fast immer erfolglos, nur in wenigen Fällen konnte ich konstatiren, dass Raubfrass vorlag, und zwar handelte es sich um Polychätenborsten. Doch lassen Beobachtungen, die ich an lebenden Exemplaren gemacht habe, und übereinstimmende Litteraturangaben keinen Zweifel daran aufkommen, dass dieser muntere und intelligente Krebs Fleischfresser ist. Im Aquarium habe ich beobachtet, wie *Carcinus* mit hochgehaltenen Scheeren auf vorbeischwimmende Fische lauerte. Einmal war es ihm gelungen, eine grosse Seenadel zu fassen. Er hielt den sich heftig windenden Fisch am Kopfende und verzehrte ihn allmählich. Ein anderes Mal sah ich einen *Carcinus* eine Miesmuschel ausfressen. In der Muschelschale befand sich ein Loch, ob es vom Krebs herrührte, konnte ich nicht entscheiden. Der Taschenkrebs langte mit seiner einen Scheere in die Muschel, riss Stücke des Weichkörpers los und führte sie zum Munde. In Cuxhaven habe ich früher viele *Carcinus* mit der Angel gefangen, an der sich frisches Fleisch oder Würmer *(Lumbricus)* befanden. Die Krebse klammerten sich an dem Köder so fest, dass ich sie fast immer an Land ziehen konnte. Nagel[3]) schreibt, dass von den Badegästen der friesischen Inseln in einer halben Stunde viele Dutzende von Taschenkrebsen gefangen wurden; indem vom Boot aus einige Schnüre mit einem Wurm als Köder bis auf den Grund herabgelassen wurden. In Brehms Thierleben[4]) heisst es: „Sie (die Krabbe) nährt sich vom Rogen der Fische, von Garneelen und anderen Krebsen, geht jedoch auch an tote Fische und überhaupt an thierische Nahrung". Nach Heincke[5]) soll *Carcinus* tote Thiere der lebenden animalischen Kost vorziehen. „Ein toter angespülter Fisch wird überfallen, und schnell gehen die Scheeren, wahre Hände an Geschicklichkeit, ans Werk, um die Beute zu zerpflücken und stückweise den Mundtheilen zu überliefern. Findet sich nichts Totes, so beginnt die Jagd auf lebende Thiere, namentlich Garneelen und Sandhüpfer *(Talitrus)*". Mit diesen Angaben stimmen die Ergebnisse der Buerkelschen Reusenversuche überein. Von 62 Exemplaren, die Buerkel im ganzen gefangen hat, sind 56 in Reusen mit faulem Köder gefunden worden, vier in solchen mit frischem Fleisch und zwar in Reusen, die helle Scherben enthielten. Danach übt faules Fleisch sicherlich eine grössere Anziehungskraft auf *Carcinus* aus als frisches; damit ist aber noch nicht entschieden, ob *Carcinus* das faule Fleisch als Nahrung bevorzugt, oder nur von dem wegen seines stärkeren Geruches leichter wahrzunehmenden Aas angelockt wird. Man kann den Taschenkrebs leicht fangen, wenn man einen leuchtenden Knopf als Angelköder benutzt; Nagel hat Kinder Krebse sogar mit einer einfachen Schnur ohne jeglichen Köder fangen sehen.

Unter den von mir untersuchten Weichthieren habe ich keine Räuber gefunden. Doch werden übereinstimmend von Meyer und Möbius[6]), Marshall[7]), Keller[8]) und Hecht[9]), die Äoliden als solche aufgeführt. „Die Äolidier sind gefrässige Räuber, die selbst die Eier ihrer Art nicht verschonen". (Marshall). „Ihre Nahrung sind Thierstoffe, besonders liebt sie *(Äolis)* Aktinien. Kleinere Exemplare greift sie am Fussende an und frisst ein Loch hinein, das sie immer mehr vergrössert. Endlich legt sie den ausgedehnten

[1]) l. c. p. 252.
[2]) Fr. Heincke: Krebse und niedere Thiere, in: Illustrirte Naturgeschichte der Thiere von Phil. Leop. Martin. Leipzig 1884. p. 336.
[3]) l. c. p. 139.
[4]) Brehms Thierleben: 3. Aufl. 10. Bd., neu bearbeitet von W. Marshall. p. 31.
[5]) l. c. p. 350.
[6]) l. c.
[7]) l. c. H. A. Meyer und K. Möbius: Die Hinterkiemer der Kieler Bucht. Leipzig 1865. p. 31.
[8]) l. c. p. 403.
[9]) E. Hecht: Remarques sur quelques moyens de défense des Eolidiens. Comptes-Rendus tome 115. p. 746 etc.

Mund um den ganzen Körper der Beute herum und vertilgt ihn allmählich ohne äusserlich sichtbare Schlingbewegungen. Eines Nachmittags sass eine *Äolis papillosa* bei einer *Actinia plumosa,* die fast so dick wie sie selbst war und senkte ihren Mund in den Fussrand ein. Sie hatte ihre Mahlzeit noch nicht beendigt, so kroch eine zweite und endlich eine dritte heran, um theilzunehmen. Nach vier Stunden war alles verzehrt und keine Spur mehr war von der Aktinie zu sehen. (Meyer und Möbius). „Die zierlichen, zartgebauten Äolisarten sieht man häufig auf Hydroidstücken, wo sie die Köpfchen der Polypen abweiden". (Keller.) Hecht giebt an, dass *Calma glaucoides* sich von den Eiern von *Gobius* nährt, denen sie infolge ihrer Rückenpapillen sehr gleicht, und dass andere Arten Cölenteraten fressen. — Von den Prosobranchen verdient *Buccinum undatum* hier der Erwähnung. Nach Heincke[1]) lebt die Schnecke von Weichthieren, und bei Marshall[2]) findet sich eine Angabe von Harvey, nach der die Zunge von *Buccinum* „eine Art Feile oder Bohrer bildet, mit der feste Substanzen rasch durchbohrt werden"; Marshall vermuthet, dass die Schnecke die Radula gebraucht, um in räuberischer Absicht Löcher in die Muschelschalen zu bohren. — Bei mehreren, hier nicht vorkommenden Vorderkiemern ist freie Schwefelsäure nachgewiesen worden. Semon[3]) hat die Zusammensetzung eines von *Dolium* ausgespritzten Flüssigkeitsstrahles ermittelt: H_2SO_4 (frei) = 2,7 %, H_2SO_4 (an Basen gebunden) = 1,4 %, HCl (frei) = 0,4 %. Während diese Säuren *Dolium* (Heincke, niedere Thiere, p. 493) und mehreren anderen Schnecken zur Vertheidigung dienen sollen, vermuthet Semon, dass sie bei *Tritonium* den Zweck hat, den Kalk der Lieblingsspeisen dieser Schnecke — Seesterne und Holothurien — aufzulösen. Simroth glaubt, dass manche Schnecken mit Hülfe der Säuren die Schalen anderer Mollusken zerstören und deren Weichkörper dann fressen. Schiemenz[4]) hat bewiesen, dass die als Raubschnecke bekannte *Natica* die ihr zur Beute fallenden Muscheln nicht, wie früher angenommen wurde, mit der Radula, sondern mit Hülfe freier Säure anbohrt.

„The rule of „eat or be eaten" applies to them in unusual force". So sagt Günther[5]) von den Fischen; die von mir untersuchten Fische rechtfertigen die Behauptung vollkommen, und auch in der übrigen mir zugänglichen Litteratur habe ich überall Angaben in gleichem Sinne gefunden. Im Darm der gemeinen kleineren Strandfische der Kieler Bucht, die ich in grösserer Menge bekommen habe — *Gobius Ruthensparri* Euphr., *Gasterosteus pungitius* L., *Spinachia vulgaris* Flem., *Nerophis ophidion* L. und *Siphonostoma typhle* L. —, habe ich vor wiegend Krebse gefunden, und zwar kommen hauptsächlich Copepoden, Amphipoden, Isopoden und Schizopoden in Betracht. Die verschiedenen Fischarten wählen aber in verschiedener Weise unter diesen Gruppen aus.

Von *Gobius Ruthensparri* habe ich 16 Exemplare untersucht, von denen eins keinen Darminhalt besass. Von den Exemplaren, deren Darmtraktus mehr oder weniger gefüllt war, hatten acht ausschliesslich Copepoden, drei neben anderen Bestandtheilen viel, und zwei Copepoden in geringer Zahl in Magen und Darm. Das Ueberwiegen von Copepoden im Darminhalt betont auch Heincke[6]). Dagegen hat Kröyer[7]) im Magen von *Gobius Ruthensparri* viel kleine Amphipoden gefunden. Meist handelte es sich bei meinen Befunden um *Temora longiremis,* die leicht an ihrer tiefgespaltenen Furka zu erkennen ist. Ein Thier (Nr. 4) hatte auch *Evadne* und *Podon* gefressen, also echte Planktonorganismen[8]). Im Darm von vier Exemplaren waren Ostracoden vorhanden; unbestimmbare Amphipoden habe ich in drei Fällen gefunden, einmal sogar in der beträchtlichen Länge von 7 mm. Unbestimmbare Reste von grösseren Krebsen waren wiederholt anzutreffen, ebenso Mücken- und Muschellarven. Ein Exemplar hatte einen Wurm, höchst wahrscheinlich eine Polynoide, im Darm. Mit diesem Befund stimmt eine Angabe von Möbius und Heincke[9]) überein. „Er *(Gobius)* nährt sich hauptsächlich von kleinen Krustern, doch greift er nach Beobachtungen im Aquarium auch grössere Thiere, wie *Polynoë cirrata,* an.

[1]) l. c. p. 491.
[2]) l. c. p. 401.
[3]) Semon: Freie Schwefelsäure bei Schnecken. Biologisches Centralblatt 1889.
[4]) Paulus Schiemenz: Wie bohrt *Natica* die Muscheln an? Mittheilungen a. d. zool. Station zu Neapel. 10. Bd. 1. J.
[5]) A. C. L. G. Günther: An introduction to the study of fishes. Edinburgh 1880. p. 12.
[6]) Fr. Heincke: Die *Gobiidae* und *Syngnathidae* der Ostsee nebst biologischen Bemerkungen. Arch. f. Naturgeschichte. 46. Jhrg. 1. Bd. p. 307.
[7]) Henrik Kröyer: Danmarks Fiske. Kjöbenhavn, 1838 — 40. p. 406.
[8]) Nach Giesbrecht soll *Temora,* wie alle Calaniden, das Seegras meiden.
[9]) l. c. p. 224.

Gobius Ruthensparri Euphr.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Ostracoden	Cladoceren	Amphipoden	Unbestimmbare Crustaceenreste	Mückenlarven	Würmer	Muscheln	Bemerkungen
1.	?	11. 1. 1899	Lebendes Seegras bei Bellevue	5	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	?	15. 11. 1899	Seegras und Florideen, Strander Grasberg	viel Temora longiremis	—	—	—	—	—	—	—	—
3.	?	„	„	viel Temora longiremis	—	—	1	—	—	—	2 Larven 219 μ lang	—
4.	?	24. 7. 1899	Florideen bei Boje C	vorhanden Nauplien	—	Evadne, Podon vorhanden	—	?	—	—	Larven vorhanden	
5.	?	21. 2. 1899	Strander Grasberg	—	—	—	Reste (?)	?	—	—	—	—
6.—11.	?	28. 10. 1899	Florideen bei Boje Bülk A	viel, besonders Temora	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	?	„	„	viel, besonders Temora	vorhanden	—	—	vorhanden	1 Chironomuslarve	—	—	—
13.	?	„	„	viel, besonders Temora	vorhanden	—	—	vorhanden	1 Chironomuslarve	—	1 Larve	—
14.	?	„	„	viel, besonders Temora	vorhanden	—	—	vorhanden	—	—	—	—
15.	?	8. 11. 1899	Florideen vor dem Stoller Grund	—	—	—	1 (7 mm lang)	—	—	—	—	—
16.	?	„	„	einige	—	—	—	vorhanden	—	—	—	—
17.	?	„	„	—	—	—	—	vorhanden	1	1 Polynoe.	—	—
18.	?	„	„	mehrere Temora	1	—	—	—	2	—	1 Larve	—
19.	?	27. 3. 1900	Florideen und Seegras, Glockenboje	—	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer

Gasterosteus pungitius L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Ostracoden	Isopoden	Amphipoden	Unbestimmbare Crustaceenreste	Eizellen	Bemerkungen
1.	30—40	11. 1. 1899	lebendes Seegras, Bellevue	—	—	—	—	—	—	nichts Erkennbares, breiige Masse
2.	„	„	„	spärliche Reste	—	—	—	—	—	„
3.—5.	„	„	„	in beträchtlicher Menge	—	—	—	—	—	—
6.	40	10. 7. 1899	lebendes Seegras, Wiker Bucht	9	—	2 Jaera (1,5 u. 2 mm)	—	—	1 (ca. 1 mm)	—
7.	38	„	„	—	—	—	—	vorhanden	2	—
8.	29	17. 8. 1900	„	ziemlich viel Harpactiden	vereinzelt	mehrere Jaera	1 Gammarus	—	—	—
9.	28	„	„	Harpactiden	1	Jaera	—	—	—	—
10.	31	„	„	ca. 12 Harpactiden	—	Jaera in grösserer Zahl	—	—	—	—
11.	33	„	„	ca. 12 Harpactiden	1	Jaera in grösserer Zahl	—	—	—	—
12.	29	„	„	Harpactiden in grösserer Menge	—	Jaera	1	—	—	—

Im Darmtraktus der elf — der Darm des zwölften enthielt nur breiige Masse — untersuchten Exemplare von *Gasterosteus pungitius* habe ich mit einer Ausnahme auch Copepoden gefunden, doch waren es vorwiegend Harpactiden. Daneben spielten auch Isopoden eine wichtige Rolle als Nahrungsbestandtheile. Immer waren es kleine *Jaera marina,* die zum Theil in grösserer Zahl anzutreffen waren. Ostracoden und Amphipoden fanden sich nur vereinzelt, Reste grösserer Krebse waren selten. Benecke[1]) nennt *Gasterosteus pungitius* „einen der gefährlichsten Laichräuber" und auch Kröyer[2]) schreibt, dass dieser Fisch besonders Fischlaich frisst. Ich habe Eizellen nur im Darm zweier Exemplare gefunden, doch ist zu berücksichtigen, dass die zartwandigen Zellen leicht der Verdauung verfallen. Heincke[3]) hat beobachtet, dass Stichlinge grösseren Fischen Stücke aus den Flossen und dem Leibe beissen. Einen *Gasterosteus pungitius* hielt ich sechs Tage in einem Glashafen mit lebendem Plankton. Nach dieser Zeit, während der der Stichling sehr lebendig war, fand ich in seinem Darm *Melosira, Sceletonema, Ceratium* und Copepoden. Aus diesem Versuch geht hervor, dass *Gasterosteus* auch mit Plankton fürlieb nimmt.

Im Darm der elf untersuchten Seestichlinge — *Spinachia vulgaris* — traten Copepoden auffallend zurück, nur zwei Exemplare hatten welche gefressen. Isopoden bildeten den Hauptbestandtheil des Magen- und Darminhaltes. Sehr bemerkenswerth ist es, dass unter den Isopoden die Idotheen überwogen. Auch die Amphipoden spielen für *Spinachia* anscheinend eine wichtigere Rolle als für *Gasterosteus;* in zwei Fällen habe ich deutlich erkennbare Gammariden und in drei Fällen nicht näher zu bestimmende Flohkrebse gefunden. Mysideen, die ich im Darm von *Gasterosteus* garnicht bemerkt habe, waren bei *Spinachia* nicht selten; in einem Darm habe ich deren fünfundzwanzig gefunden. Ein Exemplar hatte über sechzig Balanidenlarven (Cyprisstadium) gefressen. Eine *Spinachia* die sich schon längere Zeit in einem grösseren Aquarium befunden hatte, setzte ich in einen Glashafen mit lebendem Plankton. Nach fünf

[1]) l. c.
[2]) l. c. p. 184.
[3]) Fr. Heincke: Fische, in: Illustrirte Naturgeschichte der Thiere von Phil. Leop. Martin l. c. Leipzig 1882, p. 403.

Tagen war der Fisch gestorben; im Darm waren noch einige Nereidenborsten von einer früheren Mahlzeit vorhanden, von Planktonorganismen war dagegen nichts zu finden.

Spinachia vulgaris Flem.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Balanidenlarven (Cyprisstadium)	Isopoden	Amphipoden	Schizopoden	Unkenntliche Crustaceenreste	andere Thiere	Bemerkungen
1.	160	11. 1. 1899	lebendes Seegras, Bellevue	—	—	—	—	1 Mysis flexuosa	—	—	viel breiige Masse
2.	140	„	„	—	—	4 Idotheen (3, 8, 10, 10 mm)	—	—	vorhanden	—	„
3.	?	„	„	—	—	Idotheen	—	—	—	—	—
4.	43	10. 7. 1899	lebendes Seegras, Wiker Bucht	12—15	1	Idotheen, 18 Jaera	2 Gammarus	—	vorhanden	—	—
5.	40	„	„	ca. 35	über 60	einige Idotheen, ca. 12 Jaera (1—2 mm)	—	—	—	—	—
6.	87	17. 8. 1900	„	—	—	10 Jaera (3 mm)	mehrere kleine	1 Mysidee (15 mm)	vorhanden	—	—
7.	?	21. 2. 1899	Kleverberg	—	—	—	—	5 Mysideen	vorhanden	1 Stück von einem Hydroidpol.	viel breiige Masse
8.	?	6. 12. 1899	„	—	—	Idotheen	vorhanden	Mysideen	—	—	—
9.	?	„	„	—	—	einige Idotheen	—	ca. 25 Mysideen	—	—	—
10.	50	23. 7. 1900	„	—	—	1 Idothea	1 Gammarus	—	viel	—	—
11.	85	28. 10. 1899	Florideen, Boje Bülk A	—	—	vorhanden	vorhanden	—	—	1 Stück von einem Wurm	—

Mysideen und Isopoden werden auch von Kröyer[1]) als Nahrung des grossen Seestichlings angegeben; auch soll er Fischlaich fressen. Nach Möbius und Heincke[2]) soll er auch jungen Fischen nachstellen. Andere Litteraturangaben besagen nur ganz allgemein, dass *Spinachia* kleine Thiere frisst.

Siphonostoma typhle bevorzugt, nach meinen Untersuchungen zu urtheilen, entschieden Schizopoden. Von den einundzwanzig Exemplaren, die ich untersucht habe, hatten achtzehn Mysideen gefressen. Freilich ist zu berücksichtigen, dass die meisten Exemplare gleichzeitig und an derselben Stelle gefangen worden sind, nämlich im August 1900 im Seegras der Wiker Bucht. Nach den Mysideen waren Isopoden im Darminhalt, und zwar sowohl *Jaera marina* als auch *Idothe atricuspidata*. Amphipoden waren nur im Darm von zwei Exemplaren vorhanden. Beide stammten aus der Florideenregion zwischen Boje Bülk A und der Heulboje; und waren im Oktober 1899 gefangen. Da beide Exemplare keine Mysideen gefressen hatten, und da andererseits unter den vielen, im Seegras der Wiker Bucht gefangenen Seenadeln keine war, die Amphipoden im Darm hatte, so scheint es mir doch zweifelhaft, ob das ausschliessliche Vorhandensein von Mysideen beziehungsweise Amphipoden die Folge einer Auswahl oder vielleicht des Ueberwiegens der einen beziehungsweise andern Krebssorten war.

[1]) l. c. p. 204.
[2]) l. c. p. 229.

Siphonostoma typhle L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Isopoden	Amphipoden	Schizopoden	Unkenntliche Crustaceenreste	Bemerkungen
1.	—	11. 1. 1899	lebendes Seegras bei Bellevue	—	—	1 Mysis flexuosa	einige Chitinreste	—
2.	?	10. 7. 1899	lebendes Seegras, Wiker Bucht	2 gut erhaltene und 4 zerstückelte Jaera marina	—	1 Mysis flexuosa	viel	—
3.	53	17. 8. 1900	„	—	—	—	—	nichts Erkennbares
4.	60	„	„	3 Jaera marina (2 mm lang)	—	viel Mysideenreste	—	—
5.	68	„	„	—	—	Mysideenreste	vorhanden	—
6.	73	„	„	—	—	3 gut erhaltene Mysideen (8 mm) und Mysideenreste	—	—
7.	80	„	„	—	—	grössere Mysideenreste	—	—
8.	80	„	„	3 Jaera marina (3 mm)	—	1 Mysidee (12 mm)	vorhanden	—
9.	85	„	„	—	—	2 Mysideen (ca. 15 mm) und Mysideenreste	—	—
10.	85	„	„	3 gut erhaltene Idotheen (ca. 3 mm)	—	1 Mysidee (ca. 5 mm)	vorhanden	—
11.	86	„	„	5 Jaera marina	—	Mysideenreste	vorhanden	—
12.	87	„	„	—	—	15 Mysideen (ca. 6 mm) und Mysideenreste	—	—
13.	87	„	„	—	—	1 Mysidee und Mysideenreste	—	—
14.	88	„	„	5 Jaera marina (3 mm)	—	1 kleine Mysidee	vorhanden	—
15.	90	„	„	—	—	Mysideenbruchstücke	—	—
16.	142	„	„	—	—	1 ca. 20 mm lange Mysidee und eine stark zersetzte	vorhanden	—
17.	76	„	„	—	—	5 gut erhaltene Mysideen (ca. 10 mm und viele Reste	—	—
18.	?	21. 2. 1899	lebendes Seegras, Strander Bucht	—	—	Mysideenreste (?)	(?)	—
19.	137	17. 7. 1899	„	Jaera marina vorhanden	—	2 ca. 12 mm lange Mysideen	vorhanden	—
20.	?	28. 10. 1899	Florideen bei Boje Bülk A	vorhanden (1—6 mm)	vorhanden (1—6 mm)	—	—	Amphipoden und Isopoden, zusammen ca. 50
21.	?	„	Florideen zwischen Heulboje und Bülk A	—	Atylus bispinosus und andere	—	—	—

Am manigfaltigsten war der Darminhalt bei *Nerophis ophidion* zusammengesetzt. Copepoden, Isopoden und Amphipoden bildeten den Hauptbestandtheil des Darminhaltes der elf von mir untersuchten Schlangennadeln. Eine hatte über 150 Copepoden gefressen; aber solche Mengen von Krebsen habe ich in keinem anderen Darm gesehen. Von andern thierischen Organismen habe ich Muschellarven und kleine Schnecken bemerkt. Ein Exemplar hatte von den ersteren über 105 aufgenommen, ein anderes hatte im Magen Radulastücke von *Hydrobia ulvae* und ein drittes Schneckengehäuse in grösserer Zahl. Bei der Untersuchung eines Darmes stiess ich auch auf ein Seegrasstückchen; da es aber ganz vereinzelt blieb, halte ich es für unwesentlich. Im Verdauungstraktus einer Schlangennadel, die ich mehrere Tage in einem Behälter mit lebendem Plankton hielt, konnte ich keinen Inhalt nachweisen.

Nerophis ophidion L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Ostracoden	Cirripedienlarven (Cypris-stad.)	Isopoden	Amphipoden	Unbestimmbare Crustaceenreste	Halacariden	Muschellarven	Schnecken	Seegrasstücke	Bemerkungen
1.	?	11. 1. 1899	lebendes Seegras bei Bellevue	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	nichts Erkennbares
2.	?	10. 7. 1899	lebendes Seegras in der Wiker Bucht	—	—	2	mehrere kleine Jaera marina 1 Idothea tricusp. (3 mm)	—	—	—	—	Radulastücke v. Hydrobia ulvae	—	—
3.	173	17. 8. 1900	„	—	mehrere	—	Jaera und Idothea in grösserer Zahl	Gammarus in grösserer Zahl	?	—	—	kleine Schnecken in gröss. Zahl	—	—
4.	220	19. 6. 1899	lebendes Seegras bei Mönkeberg	über 150	—	—	49 Idotheen	ca. 22	vorh.	—	—		—	—
5.	190	23. 7. 1900	Kleverberg	vorh.	—	—	mehrere Idotheen	mehrere	vorh.	—	105	—	1	—
6. u. 7.	?	6. 12. 1899	„	—	—	—	—	—	vorh.	—	—	—	—	—
8.	?	18. 10. 1899	Fucus und Seegras bei Boje Kiel B	vorh.	—	ziemlich viel	mehrere Idotheen	—	—	—	—	—	—	—
9.	?	„	„	—	—	vorh.	—	—	—	1 Rhombogualthus	—	—	—	—
10.	145	28. 10. 1899	Florideen bei Boje Bülk A	—	—	—	11 Idotheen	vorh.	—	—	—	—	—	—
11.	150	„	„	vorh.	vorh.	—	—	vorh.	—	—	—	—	—	—

Von *Pleuronectes platessa* und *Pleuronectes flesus* habe ich nur junge Exemplare untersucht. Veranlasst, diese Nutzfische überhaupt in den Rahmen meiner Untersuchungen zu ziehen, wurde ich durch eine Mittheilung von Herrn Dr. Apstein. Herr Dr. Apstein fand bei jungen Goldbutt und Flundern durchgehends verschiedenen Darminhalt, und zwar bildeten bei ersteren Muscheln, bei letzteren Chaetopoden den Hauptbestandtheil der gefressenen Kost. Meine Untersuchungen stimmten mit denjenigen von Herrn Dr. Apstein überein. Bevor ich auf einen Vergleich der Befunde bei beiden Fischarten eingehe, möchte ich jede für sich kurz besprechen.

Pleuronectes platessa L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Andere Crustaceen	Mückenlarven	Würmer	Muscheln	Schnecken	Seegrasstückchen	Sand	Bemerkungen
1.	15	Juni 1898	Eckernförde	viele Harpactiden	—	—	Nereidenborsten in beträchtlicher Menge	—	—	—	wenig	—
2.	21	„	„	viele Harpactiden	—	—	Nereidenborsten in beträchtlicher Menge	—	—	—	viel	—
3.	28	„	„	viele Harpactiden	—	—	Nereidenborsten in beträchtlicher Menge	—	—	—	viel	—
4.	27	„	„	—	—	—	sehr viel Nereidenborsten	—	—	—	wenig	—
5.	31	„	„	—	1 Gammarus (3 mm)	—	viele Nereiden (durchschnittlich 4 mm lang)	—	—	—	viel	—
6.	37	3.—5. 8. 1899	„	über 100 Harpactiden	—	—	1 macerirte Nereis	—	—	—	sehr wenig	—
7.	37	„	„	über 70 Harpactiden	—	—	—	7 Larven 1 Mytilus 1 Cardium	—	—	sehr wenig	—
8.	38	„	„	ca. 2500 Harpactiden	—	—	—	3 Larven	—	1	?	—
9.	44	„	„	ca. 1000 Harpactiden	—	—	1 macerirte Nereis	mehrere Larven, Mytilus und Cardium	—	—	?	—
10.	45	„	„	ca. 1000 Harpactiden	—	—	mehrere macerirte Nereiden; 1 Enchitraeide	mehrere Larven, Mytilus und Cardium	2 Lacuna (?)	—	?	—
11.	53	„	„	—	—	—	1 macerirte Nereis	Mytilus in beträchtlicher Zahl	—	—	sehr viel	—
12.	53	„	„	—	—	—	1 Nereidenkopf mit 10 Segmenten; sehr viel Borsten	Mytilus in beträchtlicher Zahl	—	—	viel	viel breiige Masse
13.	57	„	„	—	4 Gammarus (durchschnittlich 6 mm)	—	1 Nereis (45 Segmente)	2 Mytilus (3 mm) 1 Cardium (2 mm)	—	—	?	—
14.	58	„	„	einige	—	—	1 macerirte Nereis, viele Nephthysborsten; 1 Enchytraeide	8 kleine Mytilus	—	1	viel	—
15.	58	„	„	—	—	—	1 Nereis (75 Segmente) mehrere macerirte.	1 Mytilus	—	mehrere	viel	—
16.	61	„	„	—	—	—	1 Nereis (65 Segmente)	1 Mytilus (1 mm)	—	—	viel	—

Pleuronectes platessa L. (Fortsetzung.)

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Andere Crustaceen	Mückenlarven	Würmer	Muscheln	Schnecken	Seegrasstückchen	Sand	Bemerkungen
17.	62	3.—5. 8. 1899	Eckernförde	—	2 Idothea (2 u. 6 mm), 5 Gammarus (ca. 6 mm), 2 Balanus mit Theilen der Schale	—	—	1 Mytilus (3 mm) 1 zerbrochenes Cardium	2 Lacuna (?)	—	?	—
18.	61	7. 9. 1898	„	—	—	—	viel macerirte Nereidentheile	8 Mytilus (2 mm)	—	—	?	—
19.	62	„	„	—	—	—	viel macerirte Nereidentheile	7 Mytilus (2 mm)	—	—	?	—
20.	65	„	„	—	—	—	viel macerirte Nereidentheile	6 Mytilus (2 mm)	—	—	?	—
21.	65	„	„	—	—	—	—	ca. 20 Mytilus (bis zu 3 mm)	—	—	?	—
22.	69	10.—13. 8. 1897	„	—	—	—	sehr viel Nereisborsten	mehrere Mytilus	—	—	sehr viel	—
23.	74	„	„	—	—	—	—	viele Cardium, Mya und Mytilus	—	—	wenig	—
24.	78	„	„	—	—	—	—	viele Cardium, daneben auch Mya und Mytilus	1 Doris (?)	—	wenig	—
25.	80	„	„	—	—	—	—	viele Mytilus, Cardium u. Mya (meist zerbrochen)	—	—	?	—
26.	90	„	„	—	—	—	—	viele Mytilus, Cardium u. Mya (meist zerbrochen)	ca. 12 Doris (?)	—	?	—
27.	103	9.—12. 10. 1899	„	—	1 Mysidee (ca. 18 mm)	—	—	sehr viel Mytilus, Cardium u. Mya (meist zerbrochen)	—	—	?	—
28.	106	„	„	—	1 kleiner Carcinus (zerbrochen)	—	—	Mya, Mytilus und Cardium je ca. 4 (zerbrochen)	—	1 (9 mm lang, 1½ breit)	?	—
29.	110	„	„	—	1 unkenntl. Amphipod.	—	—	4 Mya, Cardium	—	—	?	—
30.	115	„	„	—	1 Gammarus	—	—	viel zerbrochene Schalen	—	—	viel	breiige Masse
31.	115	„	„	—	—	—	—	ca. 20 guterhalt. Cardium; viele zerbrochene Schalen, auch von Mya und Mytilus	—	—	wenig	—
32.	115	„	„	—	—	—	—	11 guterhaltene Cardium (2—4,5 mm), 1 Mya (3 mm)	—	—	viel	—

Pleuronectes flesus L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Andere Crustaceen	Mückenlarven	Würmer	Muscheln	Schnecken	Hydroidpolypen	Pflanzen	Sand	Bemerkungen
1.	12	11. 4. 1897	Eckernförde	ca. 50 Harpactiden	—	—	—	—	—	—	—	wen.	—
2.	18	„	„	ca. 40 Harpactiden 1 Temora	—	—	—	—	—	—	—	wen.	—
3.	18	„	„	ca. 80 Harpactiden	—	—	—	1 Larve	—	—	—	wen.	—
4.	22	„	„	ca. 60 Harpactiden, ca. 20 Temora	—	—	1 Enchytraeide	—	—	—	1 Seegrasstück	wen.	—
5.	27	„	„	ca. 50 Harpactiden, ca. 100 Temora	—	—	—	—	—	—	—	sehr wen.	—
6.	28	„	„	ca. 250 Copepoden (Harpactiden und Temora)	1 kleiner Amphipod	—	ca. 15 Enchytraeiden	1 Larve	—	—	—	wen.	—
7.	30	„	„	vereinzelte Harpactiden	—	—	viel macerirte Enchytraeiden; viel Nereisborsten	1 Larve	—	—	1 Seegrasstück	viel	—
8.	32	„	„	ca. 90 Copepoden (Harpactiden und Temora)	—	—	einige Enchytraeiden	—	—	—	—	wen.	breiige Masse
9.	32	„	„	ca. 80 Harpactiden	—	—	viel Enchytraeidenborsten; 1 zersetzte Nereis	—	—	—	2 Seegrasstücke	?	—
10.	34	„	„	ca. 100 Harpactiden	—	—	einige Enchytraeidenborsten; 1 macerirte Nereis	—	—	—	—	?	—
11.	25	3.—5. 8. 1899	„	ca. 700 Harpactiden	—	—	—	—	—	—	—	?	—
12.	26	„	„	ca. 600 Copepoden vorwiegend Harpactiden	—	—	—	—	—	—	—	?	—
13.	30	„	„	ca. 700 Harpactiden	—	—	—	—	—	—	—	?	—
14.	39	„	„	wenig Harpactiden	—	—	2 zersetzte Nereis	—	—	—	—	?	—
15.	39	„	„	über 1500, vorwiegend Harpactiden	—	—	Enchytraeidenborsten	2 kleine Mytilus und 3 Larven	—	mehrere Stücke	1 Seegras- und 1 Algenstück	?	—

Pleuronectes flesus L. (Fortsetzung.)

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Copepoden	Andere Crustaceen	Mückenlarven	Würmer	Muscheln	Schnecken	Hydroidpolypen	Pflanzen	Sand	Bemerkungen
16.	39	3.—5. 8. 1899	Eckernförde	ca. 550, vorwiegend Harpactiden	—	—	—	—	—	—	—	wen.	breiige Masse
17.	39	„	„	ca. 700 Harpactiden	—	—	—	—	—	—	1 verzweigte Alge	wen.	breiige Masse
18.	40	„	„	ca. 800 Harpactiden	—	—	Nereisborsten	1 Larve	—	—	1 Seegrasstück	wen.	—
19.	41	„	„	ca. 450 Harpactiden	—	—	—	1 Larve	—	—	2 Seegrasstücke	?	—
20.	44	„	„	vereinzelte Harpactiden	1 Amphipod	—	macerirte Nereisreste und viele Borsten	—	—	—	—	viel	—
21.	50	7. 9. 1898	„	—	—	—	viel macerirte Nereistheile und viele Borsten	—	—	—	—	viel	—
22.	53	„	„	—	—	—	1 gut erhaltene Nereis, viele macerirte Stücke	—	—	—	—	viel	—
23.	53	„	„	—	—	—	1 Nereiskopf mit 44 Segm., viele starke macerirte Theile	—	—	—	mehrere Algentriebe	viel	—
24.	54	—	„	—	—	—	1 Nereisstück von 42 Segm.; viele stark macerirte Theile	—	—	—	—	viel	—
25.	54	„	„	—	—	—	sehr viel Nereidenborsten	—	—	—	—	?	—
26.	56	Oktober 1899	„	—	—	viel Larven und Puppen	sehr viel Nereidenborsten	—	—	—	—	viel	—
27.	65	„	„	—	—	ca. 50 Larven und Puppen	1 stark macerirte Nereis; viele Enchytraeidenborsten	—	—	—	—	wen.	—
28.	66	„	„	—	—	—	stark macerirte Nereidenstücke	—	—	—	—	viel	breiige Masse

Von *Pl. platessa* habe ich 32 Exemplare untersucht, die sämmtlich aus der Eckernförder Bucht stammen (Tabelle siehe S. 122 u. 123). Hinsichtlich ihres Magen- und Darminhaltes kann ich vier Gruppen unterscheiden. Die erste Gruppe umfasst Individuen von 15 bis 37 mm Länge. Bei diesen wurde der Magen- und Darminhalt aus Harpactiden und Nereiden gebildet. Die Nereiden waren zum Theil noch erkennbar, zum Theil schon verdaut, sodass nur Borsten und Kiefer übrig geblieben waren. In die zweite Gruppe gehören Nr. 7 bis 10; zu den Nahrungsbestandtheilen der ersten Gruppe kommen auch Muscheln, und die Würmer treten gegen diese zurück. Im Verdauungstraktus der Exemplare, die ich zu der dritten Abtheilung rechne, fehlen die Copepoden mit einer Ausnahme gänzlich; Nereiden und Muscheln — *Cardium* und vorwiegend *Mytilus* — bilden den Hauptbestandtheil der gefressenen Nahrung. Dazu kommen in einem Falle vier Gammariden und in einem andern zwei Idotheen, fünf Gammariden und zwei Balaniden mit Theilen der Schale. In der letzten Gruppe endlich, welche die Exemplare Nr. 23 bis 32 umfasst, spielen die Würmer als Nahrung garkeine Rolle mehr, sie sind gänzlich durch Muscheln verdrängt; im Darm einiger Individuen fanden sich ausserdem kleinere, nicht mehr zu bestimmende Krebse, und in zwei Fällen habe ich Körper gefunden, die schon stark macerirt waren, sich aber trotzdem mit ziemlicher Bestimmtheit als Opisthobranchen *(Polycera* oder *Doris)* ermitteln liessen. Seegrasstückchen habe ich wiederholt gesehen, aber immer nur vereinzelt, so dass ich glaube, dass sie zufällig in den Darmtraktus gekommen sind. Für die erwachsenen Goldbutt geben Möbius und Heincke[1]) als Nahrung an „junge Muscheln, welche in weichgrundigen tieferen Regionen leben *(Tellina solidula, Corbula gibba, Scrobicularia piperata, Cardium edule,* junge *Mya arenaria)*, Würmer (besonders *Pectinaria*), kleine Krustenthiere (besonders *Cuma Rathkei*) und Stachelhäuter"; oft sollen auch Algen im Magen gefunden worden sein. Nach Kröyer[2]) frisst *Platessa* auch gerne Getreide, das von Schiffen verloren wird oder auf andere Weise in das Meer geräth.

Von *Pleuronectes flesus* habe ich 28 Exemplare aus der Eckernförder Bucht untersucht (Tabelle siehe S. 124 u. 125); hinsichtlich ihrer Nahrung lassen sie sich ebenfalls gruppenweise zusammenstellen. In die erste Gruppe gehören in erster Linie diejenigen Exemplare, die etwa bis 30 mm lang sind (in der Tabelle Nr. 1 bis 5 und 11 bis 13). Sie hatten fast nur Copepoden in Magen und Darm, sowohl Harpactiden als auch Calaniden. Bei Nr. 16 und 17 konnte ich freilich ebenfalls nur Copepoden nachweisen, doch liess viel breiige Masse im Darm dieser beiden Fische darauf schliessen, dass andere, schon verdaute Stoffe mitgefressen waren. Die zweite Gruppe umfasst Nr. 6 bis 10 und Nr. 14 bis 20, denen ausser Copepoden auch noch andere Thiere als Nahrung gedient haben. Abgesehen von vereinzelten Amphipoden, Hydroidpolypenstücken, Muschellarven und kleinen Miesmuscheln, waren es Chaetopoden, und zwar Enchyträiden und Nereiden. In die dritte und letzte Gruppe gehören die über 50 mm langen Exemplare (Nr. 21 bis 28). Sie hatten ausschliesslich Würmer der ebengenannten Familien gefressen, zwei von ihnen ausserdem viele Mückenlarven und -puppen. Pflanzenstücke waren im Darmtraktus von *Flesus* häufiger als in dem von *Platessa*, in acht Fällen habe ich solche bemerkt, jedoch auch immer nur in spärlicher Menge.

Zu einem Vergleich des Darminhaltes beider Fischarten eignen sich nur die ersten 21 Exemplare von *Platessa*, weil die übrigen die längsten Flundern an Grösse übertreffen. Der Vergleich zeigt erstens, dass sämmtliche untersuchten Exemplare beider Spezies in dem Alter, dem die Grösse von 12 bis 45 mm entspricht, viel Copepoden gefressen haben, zweitens, dass in weiter vorgeschrittenem Alter vom Flunder entschieden Wurmnahrung vorgezogen wird, während die Goldbutt in gleicher Grösse sowohl Würmer als auch Muscheln frisst. — Aus der mir zugänglichen Litteratur habe ich nicht mit Sicherheit entnehmen können, ob erwachsene Exemplare eine ähnliche Auswahl treffen. Direkte diesbezügliche Mittheilungen habe ich nicht gefunden, es scheinen auch keine eingehende Spezialuntersuchungen in dieser Richtung angestellt worden zu sein. Heincke[3]) nennt beide Arten „echte Friedfische", ohne einen Unterschied der Nahrung zu erwähnen; „sie suchen ihre Nahrung aus Schlamm und Sand hervor. Diese besteht aus kleinen Muscheln (in der Ostsee *Scrobicularia albida*

[1]) l. c. p. 243.
[2]) l. c. p. 272.
[3]) Fr. Heincke: Fische. l. c. p. 420.

und *Tellina baltica*), Würmern und Krustenthieren; äusserst selten verschlingen sie kleine Fische". Cunningham[1]) giebt für *Platessa* Muscheln als Hauptnahrung an, die Frage nach der Nahrung von *Flesus* lässt er aber unbeantwortet, weil die Darmuntersuchungen meist an laichenden Individuen vorgenommen wurden und deshalb kein Resultat hatten. Im Aquarium zu Plymouth, schreibt Cunningham, sollen die Flundern mit grosser Begierde Nereiden und alle andern Seewürmer fressen, Yarrel giebt Wasserinsekten, Würmer und kleine Fische als Hauptkost an, dagegen fand Buckland „mussel spawn — Muschellarven? (Cunningham) — Sandwürmer und kleine Garneelen im Darm von *Flesus*. Kröyer[2]) bezeichnet als Hauptnahrung des Flunder Weichthiere (*Tellina, Mactra, Mytilus* und andere).

4. Planktonzehrer.

Die von mir untersuchten Thiere, die zu den Planktonzehrern zu rechnen sind, gehören den Klassen der Cölenteraten, der Krebse und der Mantelthiere an. Die von mir untersuchten Vertreter sind:

Aurelia aurita L.	*Mya arenaria* L.
Scyphostoma.	*Mya truncata* L.
Balanus crenatus Brugière	*Cardium edule* L.
Balanus improvisus Darwin.	*Cardium fasciatum* Montagu
Mysis inermis Rathke	*Tellina baltica* L.
Mysis flexuosa Müller	*Scrobicularia piperata* Gmelin
Mytilus edulis L.	*Ascidia canina* O. F. Müller
Cyprina islandica L.	*Cynthia rustica* L.
Astarte borealis Chemnitz.	*Cynthia grossularia* van Beneden.

Wie bei den Pflanzenfressern und den Räubern, so ist auch bei den Planktonzehrern hinsichtlich ihrer Ernährung die Einschränkung „vorzugsweise" dringend geboten, denn reines Plankton habe ich nur ganz vereinzelt in den verdauenden Kavitäten gefunden. Die meisten von mir untersuchten Planktonfresser sind festsitzende Thiere, oder sind doch nur einer unbedeutenden Ortsbewegung fähig. Grosses Lokomotionsvermögen ist für sie auch überflüssig, weil sie ihrer Nahrung nicht nachzustellen brauchen. Durch Strömungen und Wellenschlag wird ihnen immer neues Plankton zugeführt, und wichtiger als die Ortsbewegungsfähigkeit sind für die planktonfressenden Thiere Einrichtungen, die es ihnen ermöglichen, möglichst viel Nahrung aufzunehmen. Die Muscheln[3]) und Ascidien erzeugen durch Flimmerepithel einen konstanten Strom, der den Körper durchzieht; die im Wasser suspendirten organischen Bestandtheile werden zurückgehalten und in den Darm geführt, während das Wasser selbst die Kiemen versorgt. Bei den Muscheln wird, wie Thiele[4]) gezeigt hat, der Strom durch die Bewegungen der Mundlappen verstärkt[5]). Bei den Ascidien entsteht der Wasserstrom durch die Bewegung der „feinen, flimmernden Kiemenspalten". „Während das Atemwasser durch die Kiemenspalten direkt in den Perithorakalraum gelangt, schlagen die Nahrungsbestandtheile den weiteren Weg durch den hinteren oder nutritorischen Darmabschnitt ein. Durch Vermittelung der den Eingang zur Atemhöhle umgreifenden Flimmerbögen und umhüllt vom Schleim des Endostyls ... kommen sie in dem am Grund des Kiemensacks beginnenden Oesophagus .." Hertwig[6]). Die Balaniden bewirken einen Wasserstrom, indem sie ihre Rankenfüsse rhythmisch ausbreiten und wieder einziehen. Ueber die Fang- und Siebapparate der in dieser Arbeit nicht berücksichtigten Appendicularien bringt Lohmann[7]) wichtige Angaben. — Sehr wichtig ist die Frage, ob die Planktonfresser unter den

[1]) J. T. Cunningham: The natural history of the marketable fishes of the British Islands. London 1896. p. 214 (*Platessa*), p. 228 (*Flesus*).

[2]) l. c. p. 295.

[3]) Herm. Griesbach: Ueber das Gefässsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 38 (1883). p. 24.

[4]) Joh. Thiele: Mundlappen der Lamellibranchen. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 44 (1886). p. 239.

[5]) Eine klare Darstellung der Nahrungsaufnahme bei den Muscheln findet sich bei Lang l. c. p. 56.

[6]) Rich. Hertwig: Lehrbuch der Zoologie. Jena 1895. p. 277.

[7]) H. Lohmann: Die Appendicularien der Planktonexpedition. Kiel und Leipzig 1896.

Organismen des Planktons auswählen. Eine vom Willen der Planktonzehrer nicht abhängige Nahrungsauswahl wird durch die Grösse der zur Nahrungsaufnahme dienenden Körperaufnahme und durch die die Stärke des erzeugten Wasserstromes übertreffende Kraft mancher Planktonorganismen bedingt. Für eine beabsichtigte Auswahl spricht die Thatsache, dass an der Einfuhröffnung sich oft Sinnesorgane befinden. So sind an der Ingestionsöffnung von *Ciona intestinalis* Augenflecke vorhanden und Thiele[1]) giebt an, dass die Mundlappen von *Mytilus* reich an Sinnesorganen sind; von Lotsy[2]) und Griesbach[3]) wurde auch ein Wiederausstossen von aufgenommenen Bestandtheilen beobachtet. Aus meinen Darmuntersuchungen habe ich keinen Anhalt für die Annahme gefunden, dass eine vom Willen des Thieres abhängige Auswahl getroffen wird. Denn erstens habe ich im Darm von verschiedenen Planktonzehrern, die zu gleicher Zeit und an gleicher Stelle gefangen worden sind, fast immer die gleichen Bestandtheile gefunden; zweitens waren in den verdauenden Kavitäten, mit seltenen Ausnahmen auch viel unverdauliche Stoffe, wie Spongiennadeln, Chaetopodenborsten und Sandkörnchen zu finden.

Bevor ich zur Einzelbesprechung der Planktonzehrer übergehe, möchte ich noch einmal an dieser Stelle auf die bereits früher besprochene unkenntliche Masse zurückkommen. Gerade im Darm von Planktonfressern habe ich sie fast immer in grösserer Menge bemerkt, oft bildete sie den Hauptbestandtheil des Darminhaltes. Ob es sich um Verdauungsprodukte oder um Detritus in der feinsten Form handelt, habe ich mit Hülfe des Mikroskopes nicht entscheiden können. Da die unkenntliche Masse aber meist dann am stärksten vertreten war, wenn auch Sandkörnchen in grösserer Menge vorhanden waren, so möchte ich mich doch der ersteren Ansicht zuneigen. Vielleicht kann eine chemische Untersuchung Aufklärung bringen.

Ob *Aurelia aurita* zu den Planktonfressern oder besser zu den Räubern zu stellen ist, will ich nicht entscheiden. Bei sehr vielen Exemplaren war die Untersuchung ergebnisslos, bei einigen habe ich in den Radikalkanälen — immer nur spärlich — kleine Klumpen gefunden, die von Ceratien und andern Planktonorganismen (Copepoden, *Tintinnus acuminatus, Rhizosolenia styliformis, Dinophysis* u. s. w.) gebildet wurden. Reste von höheren Thieren habe ich in den Exemplaren aus dem Sommer 1900 nicht bemerkt; dagegen habe ich in einem dichten Quallenschwarm, den ich an einem Augusttage 1899 durchfuhr, viele gesehen, die einen braunen, 3—5 cm langen Körper in den Magentaschen trugen. Bei näherer Betrachtung erwiesen sich diese als halbverdaute Heteronereiden. In Bronns Klassen und Ordnungen der Thiere[4]) ist angegeben, dass die grösseren Quallen Würmer, Salpen, nackte und Schalenmollusken, Krebse und Fische, auch andere Medusen, zuweilen von der eignen Art, fressen. Keller[5]) schreibt: „die Lebensweise der Medusen ist eine räuberische: vermöge ihrer meist grossen Schwimmfähigkeit gelangen sie in ergiebige Nährbezirke, wo sie allerlei kleineres Gethier, selbst kleinere Fische erbeuten; die nesselnden Eigenschaften unterstützen sie dabei in hohem Grade."

Von *Scyphostoma* habe ich 15 Exemplare untersucht, die am 15. 11. 1899 auf Seegras am Strander Grasberg gefangen worden waren. Eins war leer, im Innern der übrigen habe ich Ceratien in grösserer oder sehr grosser Menge gefunden. Vereinzelt waren auch kleine Ketten von *Melosira* und Sandkörnchen.

Aehnlich wie bei *Scyphostoma* dürfte auch die Nahrung der Hydroidpolypen sein. Von *Cordylophora lacustris* und *Gonothyraea Lovenii* habe ich eine Reihe untersucht, aber nur im Innern eines Exemplars der ersteren Art zwei kleine Eizellen bemerkt.

Auch über die Nahrung der Schwämme kann ich keine Angaben bringen, da die Untersuchung der *Amorphina panicea* stets ergebnisslos war und da ich auch in der Litteratur keine diesbezüglichen Mittheilungen, die auf Beobachtungen und Untersuchungen fussen, gefunden habe.

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c.
[4]) H. S. Braun: Die Klassen und Ordnungen der Strahlenthiere *(Actinozoa)* in Wort und Bild. Heidelberg und Leipzig. 1860 p. 105.
[5]) l. c. p. 462.

Sicher gehören zu den Planktonzehrern die beiden häufiger in der Kieler Bucht vorkommenden Balanidenarten, *Balanus crenatus* und *B. improvisus*. Von dreizehn untersuchten Exemplaren der letzteren Art hatten acht Darminhalt. Eins von ihnen, das auf einer Muschelschale sitzend auf der Muschelbank zwischen Gas- und Glockenboje gedredgt worden war, hatte vorzugsweise Ceratien aufgenommen. Im Darm der übrigen, die aus dem Kaiser Wilhelm-Kanal stammten, habe ich Balanidennauplien, Pollenkörner von Koniferen und, immer vereinzelt, Diatomeen gefunden. In einem Fall habe ich vereinzelte grössere Pflanzenstücke und zerbrochene Chaetopodenborsten bemerkt. Stets waren Sand und unkenntliche Masse vorhanden. Der in der Tabelle als „Corycaeidenlarve" aufgeführte Organismus ist eine Cirripedienlarve, die von Hansen (Cirripedien der Planktonexpedition) als Nauplius V beschrieben und auf Taf. III Fig. 5 abgebildet ist.

Balanus crenatus Brugière.

Nr.	Basaldurchmesser in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Gewebspflanzen	Crustaceen	Andere Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Bemerkungen
1.	25	13. 12. 1899	Muschelbank zwischen Gas- und Glockenboje	?	Ceratium tripos in beträchtlicher Menge	— ?	—	— ?	?	?	—
2. u. 3.	ca. 4	9. 6.	K. W.-K. km 95 Knoop. Dredge	vereinzelte Diatomeen (?)	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—
4.	„	„	„	vereinzelte Diatomeen (?)	—	1 Pollenkorn v. Conifere	1 Balanidennauplius	—	sehr viel	sehr viel	—
5.	„	„	„	—	—	—	—	—	vorhanden	vorhanden	Darm nur spärlich gefüllt
6.	„	„	„	vereinzelte Diatomeen (?)	—	mehrere Pollenkörner	1 „Corycaeidenlarve" mehrere Balanidennaupl.	—	sehr viel	sehr viel	—
7.	„	„	„	vereinzelte Diatomeen (?)	—	vereinzelt grösser. Pflanzenstücke	—	mehr. Stücke von Chaetopodenborsten	sehr viel	sehr viel	—
8.	„	„	„	vereinzelte Diatomeen (?)	—	— ?	mehrere Balanidennauplien	—	sehr viel	sehr viel	—
9.—13.	„	„	„	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer

Als Nahrungsbestandtheile der achtzehn von mir untersuchten Exemplare von *Balanus improvisus* (Tabelle s. S. 131) sind zu nennen: Diatomeen, Peridineen, Protoccoideen, Pflanzenstücke, Pollenkörner, Copepoden, Balanidenlarven, kleine Reste anderer Krebse und Anuräen. Fast immer habe ich viel unkenntliche Masse vorgefunden. Sand, zerbrochene Schwammnadeln und Chaetopodenborsten lasse ich ausser Acht. Diatomeen waren im Darm sämmtlicher Exemplare; meist waren Synedren, Melosireen, Naviculaceen und andere Grundformen in wechselnder Menge. Typische Planktondiatomeen (*Rhizosolenia* und *Chaetoceros*) habe ich nur in drei Fällen bemerkt. Peridineen und zwar Ceratien und Prorocentren habe ich nur im Darm der Exemplare aus der Kieler Bucht gefunden, bei den Exemplaren, die ich an einer Steinmole bei Cuxhaven gefunden habe, und bei denjenigen aus dem Kaiser Wilhelm-Kanal, fehlten sie. Im letzten Falle wurden sie, freilich nur theilweise durch Protococcoideen *(Pediastrum)* vertreten. Kleine Seegras- und Algenstücke waren häufig beobachtete Bestandtheile des Darminhaltes. Sie können

natürlich nur in schwimmendem Zustande aufgenommen worden sein. Pollenkörner waren im Darm der aus dem Kanal stammenden Exemplare nicht selten. Meist waren es solche von Koniferen und besassen etwa hantelförmige Gestalt. Daneben fanden sich auch runde, grün gefärbte Pollenkörner mit mehreren, meist drei Oeffnungen. Von Krebsen habe ich im Darm der in der Kieler Bucht gefangenen Individuen Copepoden und Nauplien nachweisen können; auch die Cuxhavener Exemplare hatten Copepoden, eins sogar in grosser Menge, gefressen. Im Darminhalt der Thiere aus dem Kanal habe ich Balanidennauplien und -metanauplien, zum Theil in beträchtlicher Menge, gesehen. Von grösseren Krebsen habe ich nur Bruchstücke bemerkt. Im Darm fast aller aus dem Kanal stammenden Exemplare fanden sich Räderthierchen, die sich noch deutlich als *Anuraea tecta* erkennen liessen; *Anuraea* ist eins der häufigsten Thiere des Süsswasserplanktons, und ist in der Kieler Bucht nur noch selten anzutreffen.

Was die beiden gemeinen Mysideen der Kieler Bucht, *Mysis inermis* und *Mysis flexuosa* anbetrifft, so habe ich im Magen der sieben untersuchten Exemplare der ersten Art reines

Mysis inermis Rathkei.

Nr.	Höhe in mm	Fangzeit	Fangort	Mageninhalt
1. u. 2.	?	6. 12. 1899	Kleverberg	Reines Plankton, vorwiegend Ceratien
3.	?	„	„	Plankton, vorwiegend Ceratien; Crustaceenbruchstücke
4.	?	„	„	Plankton, vorwiegend Ceratien; kleine Algenstücke
5. u. 6.	?	28. 10. 1899	Florideen zwischen Heulboje und Boje Bülk A	Vorwiegend Copepoden; Ceratien und andere Planktonorganismen

Plankton (Copepoden und Peridineen) gefunden. Meine Untersuchungen, *Mysis flexuosa* (Tabelle siehe S. 132) betreffend, haben nur ergeben, dass Plankton von diesem Schizopoden auch gefressen wird; ob es vorgezogen oder ob Pfanzenkost bevorzugt wird, habe ich nicht entscheiden können. Diatomeen habe ich nur im Magen von fünf Exemplaren gefunden. Peridineen, besonders Ceratien, waren häufig. Seegras- und Algenstücke, zum Theil mit gut erhaltenem Zellinhalt, waren fast immer vorhanden. Tintinnen dagegen habe ich nur vereinzelt bemerkt. Von Metazoen sind in erster Linie Crustaceen, und unter ihnen besonders Copepoden zu erwähnen. Zertrümmerte Theile von Krebspanzern und -extremitäten gehörten theilweise auch zu Copepoden, theilweise liessen sie sich nicht mehr bestimmen. Im Magen eines Exemplares habe ich eine Muschellarve gefunden. Vereinzelte Nereidenborsten sind ohne Zweifel als accessorische Bestandtheile anzusehen. Von der im Brackwasser lebenden *Mysis vulgaris* schreibt Mortensen[1]), dass sie Plankton frisst. Buerkel[2]) zieht aus seinen Reusenversuchen den Schluss, dass erstens glänzende Gegenstände eine, wenn auch nur geringe Anlockungskraft auf *Mysis inermis* haben, und dass zweitens frischer Köder von dieser Mysideenart ausgesprochen bevorzugt wird. Abgesehen davon, dass die Anwesenheit vieler Exemplare in einer mit Fleischköder bestellten Reuse noch nicht beweist, dass das Fleisch auch als Nahrung gedient hat, scheint mir das Ergebniss der Versuche in diesem Falle zufällig zu sein. Die beiden Mysideenarten führen eine ganz ähnliche Lebensweise und darum ist es schon auffällig, dass Buerkel von *M. inermis* insgesammt 337 Stück, von *M. flexuosa* aber keines gefangen hat. Die Schizopoden leben zeitweise in grossen dichten Schaaren, deshalb scheint es mir wahrscheinlich, dass ein Theil eines von *M. inermis* gebildeten Schwarmes in eine Reuse gerathen ist. In der Arbeit von Buerkel fehlen genaue Protokolle über die einzelnen Fänge, sodass ich mich auf die Vermuthung beschränken muss, dass die Schlussfolgerungen irrig sind.

[1]) Th. Mortensen: Ringköbing Fjords nuværende og tidligere Fauna (Særtryk af S. H. A. Rambusch: Studier over Ringköbing Fjord) 1900 p. 52 (4) u. 54 (6).

[2]) l. c.

Balanus improvisus Darw.

Nr.	Länge in mm	Fang-zeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Proto-cocco-ideen	Gewebs-pflanzen	Crustaceen	Andere Gewebsthiere	Un-kennt-liche Masse	Sand
1.	?	16. 6. 1899	Pfahl der Seeburg-brücke gegenüber	wenig Diatomeen (?)	Prorocentron ziemlich viel	—	—	5 oder 6 Nauplien	—	?	wenig
2.	?	„	„	sehr wenig Diatomeen (?); Pleuro-sigma vereinzelt	Prorocentron und Ceratium viel	—	—	—	—	?	?
3.	?	„	„	sehr wenig Diatomeen (?) Pleuro-sigma vereinzelt	Prorocentron und Ceratium viel; vereinz. Dinophysis	—	kleine Zell-komplexe	—	—	?	?
4.	7,5	24. 3. 1899	Steinmole bei Cux-haven am Seedeich	Melosira, Coscino-discus vorhanden	—	—	kleine Algen-triebe und Pflanzenstücke	1 Copepode und Copepodentheile	—	?	?
5.	5	„	„	Melosira und Cosci-nodiscus in spärlicher Anzahl	—	—	kleine Algen-stücke in spärlicher Zahl	sehr viel Cope-podentheile, mehrere noch deutlich erkennbare Thiere	—	?	wenig
6.	15	9. 6. 1900	K. W.-K. km 89,5, Pfahl	sehr viel Melosiren (auch varians) Synedren, Navicula-ceen u. a.	—	—	mehrere Pollen-körner; kleine Pflanzenstücke	ziemlich viel Crustaceenreste, anscheinend von Cladoceren	Anuraea tecta ziemlich viel	sehr viel	viel
7.	7	„	„	sehr viel Melosiren, Synedren, Navicu-laceen u. andere	—	—	mehrere Pollen-körner; kleine Pflanzenstücke	ziemlich viel z. T. grosse zusammen-hängende Bruch-stücke	Anuraea tecta ziemlich viel	sehr viel	viel
8.	?	„	„	sehr viel Melosiren, Synedren, Navicu-laceen u. andere	—	—	mehrere Pollen-körner; kleine Pflanzenstücke	mehrere Balaniden-nauplien, viel Crustaceenreste	—	sehr viel	viel
9.	6	„	„	sehr viel Melosiren, Synedren, Navicu-laceen und andere	—	mehrere Pedi-astrum	mehrere Pollen-körner; kleine Pflanzenstücke	ziemlich viel Crustaceenreste (Cladoceren ?)	1 lange Nereisborste	sehr viel	viel
10.	7	„	„	Melosiren, Synedren, Naviculaceen, Pleurosigma.	—	Pedi-astrum	mehrere Pollen-körner; kleine Pflanzenstücke	Balanidennauplien und -metanauplien in beträchtlicher Menge	Anuraea in beträchtl. Menge; Spongiennadeln; 1 Nereisborste	sehr viel	viel
11.	12	„	„	Melosiren, Synedren, Naviculaceen, Pleurosigma	—	Pedi-astrum	Pollenkörner; kleinere und 1 grosses Pflanzenstück	Balanidennauplien und -metanauplien ziemlich viel	Anuraea in beträchtlicher Menge Spongiennadeln	sehr viel	viel
12.	6	„	„	Melosiren, Synedren u. s. w. wie 10 etc.	—	— ?	— ?	Balanidennauplien viel	Anuraea wenig	sehr viel	viel
13.	5	„	„	Melosiren, Synedren u. s. w. wie 10 etc.	—	— ?	— ?	Balanidennauplien viel	Anuraea sehr zahlreich	sehr viel	viel
14.	4	„	„	?	—	— ?	— ?	Balanidennauplien spärlich	Anuraea ver-einzelt	sehr viel	viel
15.	10	„	„	?	—	—	— ?	kleine Reste	Anuraea ver-einzelt, Schwammnadeln	sehr viel	viel
16.	?	21. 9. 1899	?	Chaetoceros, Naviculaceen	—	—	sehr viel kleine Stücke	—	—	sehr viel	viel
17.	?	„	„	Chaetoceros, Rhizo-solenia, Navicula-ceen, Cocconeis	Ceratium-reste	—	sehr viel Algen- und Seegras-stücken	Copepoden, z. T. gut erhalten	—	sehr viel	viel
18.	?	„	„	Chaetoceros, Rhizo-solenia, Navicula-ceen, Cocconeis	Ceratium-reste	—	sehr viel Algen- und Seegras-stücken	Copepodentheile	—	sehr viel	viel

Mysis flexuosa Müller.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen und Silicoflagellaten	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Sand	Bemerkungen
1.—5.	?	11. 2. 1899	Seegras bei Bellevue	Chaetoceros, Coscinodiscus, Melosira, Cocconeis, Rhoicosphenia und andere	Ceratium, Prorocentron, Distephanus	Tint. ventricosus	Stücke von Seegras und Algen	Chaetopodenborsten vereinzelt	wenig	—
6.	15	8. 10. 1900	Seegras bei Heikendorf	—	Ceratiumbruchstücke spärlich	—	Seegrasstücke vorhanden	Copepodenreste (Extremitäten)	?	—
7.	17	„	„	—	—	—	Seegrasstücke und andere Pflanzentheile	1 Nereidenborste, Crustaceenreste (?)	?	—
8.	17	„	„	—	Ceratiumreste vorhanden	—	Seegrasstücke vorhanden	Copepodenstücke vorhanden	?	—
9.	18	„	„	—	Ceratiumbruchstücke vereinzelt	—	Seegrasstücke in beträchtlicher Menge	Crustaceenreste viel	?	—
10.	18	„	„	—	Ceratiumbruchstücke vereinzelt	—	Seegrasstücke vereinzelt	Crustaceenreste vereinzelt	?	—
11.	18	„	„	—	Ceratiumbruchstücke vereinzelt	—	Seegrasstücke ziemlich viel	kleine Crustaceenreste ziemlich viel	?	—
12.	18	„	„	—	—	—	grosse Seegrasstücke mit guterhaltenem Zellinhalt	mehrere Copepoden und Theile davon	?	—
13.	20	„	„	—	viel Ceratiumbruchstücke	—	—	1 Muschellarve, Copepodenreste	?	—
14.	20	„	„	— ?	Ceratiumbruchstücke ziemlich viel	—	Seegrasstücke vereinzelt	mehrere Calaniden	?	—
15.	20	„	„	— ?	Ceratiumbruchstücke vereinzelt	—	Seegrasstücke vorhanden	Crustaceenreste vorhanden	?	—
16.	22	„	„	— ?	Ceratiumbruchstücke vereinzelt	—	Seegrasstücke vereinzelt	mehrere Calaniden	?	—
17.	23	„	„	—	—	—	—	—	?	Magen leer

Mytilus edulis ist eine der gemeinsten Muscheln der Kieler Föhrde. Man findet sie an Pfählen und anderen im Wasser befindlichen Gegenständen, in den sandigen Küstenzonen und spärlicher auch auf Mudgrund. In Betreff der Zusammensetzung des Darminhaltes[1]) kamen für die dreissig von mir untersuchten Exemplare in Betracht: Diatomeen, Peridineen, Tintinnen und Pflanzenstücke. Tierische Reste habe ich nur vereinzelt und spärlich gefunden, sodass ich ihnen keine Bedeutung beimesse, ebenso lasse ich die Sandkörnchen ausser Acht. Die unkenntliche Masse kann ich aus dem oben angegebenen Grunde auch nicht berücksichtigen, obgleich sie verschiedentlich vorherrschend war. (Tabelle siehe S. 134 u. 135.) — Im Darminhalt der Exemplare von verschiedenen Fundorten habe ich keine wesentlichen Unterschiede wahrgenommen. Den reinsten Planktonfrass habe ich bei den Exemplaren Nr. 6 und 7 gefunden. Der Inhalt der untersuchten Darmparthieen bestand aus einer Unmenge kleiner Peridineen. Es waren kleine Ellipsoide mit einer medianen Einschnürung — vermuthlich junge Peridoneen. Daneben waren Prorocentren in grosser Menge vorhanden. Diatomeen und kleine Pflanzenstücke standen in keinem Verhältniss zu den Peridineen. Viel Planktonorganismen habe ich auch im Darm von Nr. 8, 13—15 und 17 gefunden, und zwar auch hier wieder vorwiegend Peridineen (Ceratien und Prorocentren), ferner *Dinophysis* und Silicoflagellaten *(Distephanus)*. Während die Verschiedenartigkeit der Fundstellen, wie gesagt, für die Beschaffenheit des Darminhaltes von *Mytilus* nicht von Bedeutung war, machten sich bei den zu verschiedenen Zeiten gefangenen Exemplaren diesbezügliche Unterschiede geltend. Die oben erwähnten Exemplare (Nr. 6, 7, 8, 13, 14, 15, 17) sind im Sommer oder Herbst gefangen worden, also in der Zeit, in der die Peridineen im Plankton besonders entwickelt sind. Zwei Individuen aus dem Januar (Nr. 1 u. 17) hatten noch ziemlich viel Peridineen im Darm, dagegen fehlten sie im Darm der im Februar, März und April gefangenen Miesmuscheln fast gänzlich. Dafür hatten diese, besonders diejenigen, welche im März und April gefangen worden waren (Nr. 18, 19, 20, 23, 25), sehr viel Diatomeen aufgenommen. Im Frühling sind die Diatomeen die vorherrschenden Organismen im Plankton. Leider habe ich nicht ermitteln können, ob diejenigen Diatomeen, die am häufigsten waren, typische Planktondiatomeen sind. Es waren kleine, gestreckte Formen, die am meisten Aehnlichkeit mit *Synedra Holsatiae* zeigten, und kleine kreisrunde Formen, die ich in der Tabelle als „kleine Coscinodiscen" bezeichnet habe; vielleicht waren es aber auch Melosiren. Typische Planktondiatomeen, wie *Chaetoceros* und *Rhizosolenia,* waren immer nur spärlich anzutreffen; möglicherweise werden die langen, sperrigen Formen schwerer von den Muscheln aufgenommen als die kleinen, runden[2]). Auf das Vorkommen der übrigen Bestandtheile waren die verschiedenen Fundzeiten ohne Einfluss. Tintinnen habe ich immer nur vereinzelt im Darm von *Mytilus* gefunden; kleine Pflanzenstücke waren fast immer, mehr oder minder zahlreich vorhanden. Abgesehen von leeren Chitinhüllen und zerbrochenen Spongiennadeln, habe ich keine Theile von höheren Thieren gefunden. Das Fehlen von kleinen Planktonkrebsen erklärt sich vielleicht, wie schon erwähnt, damit, dass diese den von der Muschel erregten Saugstrom überwinden können. — Aus den Darmuntersuchungen habe ich nicht entnehmen können, dass, wie Lotsy[3]) behauptet, *Mytilus* die Fähigkeit besitzt, unter verschiedenen Nahrungsstoffen auszuwählen. Vielmehr scheint mir das fast immer beobachtete Vorhandensein von Schwammnadeln und Sand für das Gegentheil zu sprechen. Lotsy bot Austern und Miesmuscheln Diatomeen und zerstückelte Teile von Fischen und Krabben an. Erstere wurden aufgenommen, letztere dagegen nicht, oder wenn doch einmal, sofort wieder ausgestossen. Ich vermuthe, dass die Fisch- und Krabbenstückchen den Muscheln zur Aufnahme zu gross waren, denn in Bestandtheile von so geringer Grösse, wie die Diatomeen besitzen, lässt sich das Fleisch schwerlich zertheilen. Ferner schreibt Lotsy: „The food of the adult oyster (wie Lotsy ausdrücklich betont, gilt dies auch für *Mya* und *Mytilus*) consists practically of diatoms". Für *Mytilus* und, wie wir sehen werden auch für *Mya,* trifft dies wohl zu, jedoch nur mit der Einschränkung „theilweise". Deby[4]) fand 37 Arten Diatomeen, zahlreiche Spongienspicula, feine Sandkörnchen und Detritus von marinen Algen im Darm von *Mytilus.*

[1]) Bei *Mytilus* und mehreren andern Muscheln habe ich nicht den ganzen Darm, sondern nur kleinere Parthieen des Vorder- und Hinterdarmes untersucht, ohne Unterschiede in der Zusammensetzung des Inhaltes zu finden.

[2]) Lohmann: [l. c. p. 134] vermuthet als Grund für das spärliche Vorhandensein von *Rhizosolenia* und *Chaetoceros* im Darm von Appendikularien die geringe Grösse der Aufnahmeöffnung und die starke Krümmung der Speiseröhre.

[3]) l. c.

[4]) l. c.

Mytilus edulis L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen und Silicoflagellaten	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Sonstiges	Unkenntl. Masse	Sand
1.	?	11. 1. 1899	Seegras bei Bellevue	Coscinodiscus, Cocconeis, Melosira, Synedren und andere meist Grundformen	Ceratiumstücke ziemlich viel, Prorocentron vereinzelt	—	kleine Seegrasstücke, Zellen leer oder mit zersetztem Inhalt	Spongiennadeln vereinzelt	—	viel	viel
2.	?	„	„	wie 1	Ceratium vereinzelt	—	kleine Seegrasstücke	Spongiennadeln	—	viel	viel
3.	?	21. 2. 1899	Strander Grasberg	wie die vorigen	—	—	kleine Seegras- und Algenstücke	Spongiennadeln und Chaetopodenborsten vereinzelt	—	viel	viel
4.	ca. 50	„	„	wie die vorigen	—	—	vereinzelt Seegras- und Algenstücke	kleine Crustaceenreste, Spongiennadeln	—	sehr viel	ziemlich spärlich
5.	ca. 60	„	„	Rhizosolenia alata Chaetocerosborsten und wie die vorigen	1 Seitenhorn von Ceratium	—	wie 4	Spongiennadeln und Chaetopodenborsten vereinzelt	—	wie 4	wie 4
6.	40	24. 7. 1899	Florideen bei Boje C	Coscinodiscus Synedren spärlich	sehr viel Prorocentron; junge Peridineen in Unmenge	T. ventricosus spärlich	ganz vereinzelte Seegrasstückchen	Reste (?)	—	sehr viel	spärlich
7.	35	„	„	wie 6	wie 6	—	wie 6	Crustaceenreste ganz vereinzelt; Spongiennadeln	—	viel	viel
8.	45	28. 10. 1899	Florideen zwischen Heulboje und Bülk A	Biddulphia, Chaetoceros und Rhizosolenia vereinzelt, sonst wie 6. u. 7.	sehr viel Prorocentron; Ceratiumbruchstücke	—	wie 6	Spongiennadeln	—	viel	ziemlich viel
9. u. 10.	25	23. 7. 1900	Strander Grasberg	vereinzelte Grundformen	—	—	—	vereinzelte Spongiennadeln	—	sehr viel	?
11.	20	19. 12. 1899	Florideen Boje Kiel 2	Grundformen spärlich	—	—	unkenntliche Reste	?	—	sehr viel	sehr viel
12.	25	„	„	wie 11	Ceratium spärlich	—	wie 11	Spongiennadeln	—	viel	viel
13.	55	„	„	viel Melosira, Coscinodiscus und Synedren; andere spärlich	viel Ceratium; Dinophysis andere vereinzelt; Peridineen vergl. 6	—	wie 11	wie 12	—	sehr viel	sehr viel
14.	55	„	„	wie 13	viel Ceratium; vereinzelt Phalacroma operculat. und Distephanus	—	—	—	—	?	?
15.	65	„	„	wie 13	sehr viel Ceratium, Dinophysis acuta vereinzelt	T. ventricosus spärlich; T. acuminatus vereinzelt	wie 11	spärliche Reste	—	sehr viel	viel

Mytilus edulis L. (Fortsetzung.)

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen und Silicoflagellaten	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Sonstiges	Unkenntl. Masse	Sand
16.	70	19. 12. 1899	Florideen, Boje Kiel 2	wie 13	Ceratium und Prorocentron spärlich; Dinophysis und Distephanus vereinzelt	wie 15	viel Pflanzenstücke	vereinzelte Eizellen; kleine Crustaceenreste. Spongiennadeln	1 braune dornige Cyste	viel	viel
17.	80	„	„	wie 13	viel Ceratium, Dinophysis acuta spärlich	T. ventricosus spärlich	unkenntlich kleine Reste	wie 16	—	sehr viel	sehr viel
18.	35	27. 3. 1900	Florideen zwischen Stoller Grund und Glockenboje	kleine Coscinodiscus (?) sehr viel, grosse ziemlich viele Rhizosolenia, ganz vereinzelte Grundformen spärlich	—	—	wie 17	?	—	viel	viel
19.	60	„	„	wie 18; keine Rhizosolenia, aber äusserst viel Synedren	—	—	vereinzelte kleine Algenstücke	Spongiennadeln	—	viel	viel
20.	60	„	„	wie 19	—	—	unkenntlich kleine Reste	—	1 kleine stachelige Cyste	viel	zieml. spärl.
21.	90	„	„	Coscinodiscus, Melasira und Synedren	—	—	wie 20	Spongiennadeln	—	viel	?
22.	7	2. 6. 1900	Sand am Stoller Grund	1 Melosira	—	—	—	—	—	viel	viel
23.	30	22. 4. 1899	Mud vor der Hansabrücke	Rhizosolenia alata und Chaetoceros vereinzelt; Synedren sehr viel; andere Grundformen spärlich	—	T. ventricosus ziemlich spärlich	1 kleines Seegrasstück	—	—	viel	viel
24.	17	„	„	Synedren spärlich Rhizosolenia, Chaetoceros und Coscinodiscus vereinzelt	—	T. ventricosus vereinzelt	1 kleines Seegrasstück	Crustaceenbruchstücke	—	viel	viel
25.	35	„	„	sehr viel Synedren; typische Grundformen sowie Rhizosolenia alata spärlich	—	wie 24	mehrere kleine Seegrasstücke	Spongiennadeln	—	viel	viel
26.	?	21. 2. 1899	Mud zwischen Friedrichsort u. Möltenort	zerbrochene Cocconeis, Coscinodiscus und Synedren	—	—	wie 25	wie 25	—	viel	viel
27.	?	18. 1. 1899	Langes Brücke	Synedren und andere	Ceratium vereinzelt; ziemlich viel Prorocentron	—	kleine Pflanzenstücke	kleine Crustaceenreste; Spongiennadeln	—	viel	viel
28.	?	„	„	spärlich	—	—	wie 27	Spongiennadeln	—	viel	viel
29.	?	11. 2. 1899	Pfahl bei Bellevue	zerbrochene Cocconeis und Coscinodiscus	—	—	wie 27	wie 28	—	viel	sehr viel
30.	?	„	„	Synedren, Melosira, Naviculaceen	—	—	—	wie 28	—	viel	viel

Cyprina islandica L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen und andere chlorophyllführende Flagellaten	Andere einzellige Algen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges	Bemerkungen
1.	?	21. 2. 1899	Muschelbank	Sceletonema, Melosira, Cocconeis, Naviculaceen	—	—	—	—	kleine Reste	viel	viel	—	—
2.	20	24. 7. 1899	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	?	mehrere Prorocentron	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	1 dornige Cyste	—
3.	23	18. 6. 1900	Mud auf der Höhe der Wiker Bucht	—	—	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—	—
4.	20	20. 1. 1900	Mud zwischen Bülk und Heulboje	Synedra Holsatiae viel. Cocconeis.	1 Distephanus	—	—	—	kleine Crustaceenreste	sehr viel	sehr viel	—	—
5.	22	17. 7. 1899	Mud beim Stoller Grund	Grunddiatomeen wenig	Prorocentron viel	Rhizoclonium (?) viel	T. ventricosus spärlich	kleine pflanzliche Reste	kleine Reste	viel	?	1 dornige Cyste	—
6.	?	8. 11. 1899	Mud vor dem Stoller Grund (ca. 16 m)	Coscinodiscus, Melosira und andere	Prorocentron und Ceratium tripos sehr viel	—	—	—	—	?	wenig	Eizellen vereinzelt	—
7.—9.	28 ? ?	„	„	Coscinodiscus vorherrschend, viel	Prorocentron und Ceratium spärlich	—	—	—	—	?	viel	—	—
10.	?	„	„	Coscinodiscus und andere vorhanden	Prorocentron relativ viel	—	—	—	Spongiennadeln und and.	?	sehr viel	—	—
11.	?	„	„	?	Prorocentron vorherrschend	—	—	—	—	?	?	—	Darm spärlich gefüllt
12.	?	2. 11. 1899	Mud zwischen Feuerschiff und Glockenboje	Coscinodiscus, Melosira und andere	Prorocentron und Ceratium sehr viel	—	—	—	1 Halacarus	viel	viel	—	—
13.—17.	?	„	„	Coscinodiscus, Melosira und andere	Prorocentron und Ceratium sehr viel	—	—	—	—	viel	viel	—	—
18.	?	„	„	Coscinodiscus, Melosira und andere	Prorocentron und Ceratium viel	—	—	—	—	viel	sehr viel	—	—
19.	?	„	„	Coscinodiscus, Melosira und andere	Prorocentron und Ceratium spärlich	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—	—
20.	?	5. 11. 1899	Mud zwischen Boje Kiel 5 und Friedrichsorter Leuchtthurm	Im Protokoll steht nur die Angabe: verunreinigtes Plankton.									
21.	?	„	„	Planktonorganismen fehlen fast gänzlich.									
22.	40	21. 2. 1900	Mud bei Boje Kiel 2	Der untersuchte Darmabschnitt war leer; das Thier zwar gleich getötet, aber trotzdem stark macerirt.									

Auch im Darm der von mir untersuchten Exemplare von *Cyprina islandica*, der grössten auf Mudgrund lebenden Muschel der Kieler Bucht, bildeten Peridineen und Diatomeen den Hauptbestandtheil des erkennbaren Inhaltes. (Tabelle siehe S. 136). Unter den Diatomeen kamen besonders *Coscinodiscus, Melosira* und *Synedra* in Betracht, unter den Peridineen *Prorocentron* und *Ceratium*. Einen Unterschied in der Beschaffenheit des Darminhaltes nach der Jahreszeit, wie bei *Mytilus*, habe ich bei *Cyprina* nicht nachweisen können, weil die meisten untersuchten Exemplare in der Zeit gefangen worden sind, in der die Peridineen im Plankton prävaliren. Immerhin ist zu beachten, dass, abgesehen von Nr. 3, deren Darm nur mit unkenntlicher Masse gefüllt war, und von Nr. 20 und 21, über die ich nur ungenaue Protokollangaben gemacht habe, das im Februar gefangene Exemplar Nr. 1 das einzige ist, in dessen Darm keine Peridineen nachzuweisen waren. Im Darm einer *Cyprina* habe ich kleine in Ketten angeordnete, cylindrische Algen bemerkt, die ich nicht bestimmen konnte. Vielleicht handelte es sich, wie Herr Geheimrath Professor Dr. Reinke vermuthete, um *Rhizoclonium*. Kleine Pflanzenstücke habe ich nur in einem Falle verzeichnet. Thierische Reste waren nur vereinzelt und in spärlicher Menge vorhanden. Ein *Halacarus*, den ich in einem Darm gesehen habe, wird wohl in todtem Zustand aufgenommen worden sein, weil die Halacariden nur in den Pflanzenregionen leben. Nach Bronn[1]) soll *Cyprina* auch Fischköder verschlingen. Im Magen einer Muschel dieser Art soll eine halbverdaute *Nereis pelagica* gefunden worden sein.

Von der ebenfalls auf Mudgrund lebenden *Astarte borealis* habe ich zwölf Exemplare untersucht, die zum grössten Theil auch während der Herbstmonate gefangen worden sind. Die Nahrung dieser Muschel scheint mit der von *Cyprina* übereinzustimmen; leider habe ich über die letzten fünf Exemplare nur ungenaue Protokolle über die Befunde im Darm aufgenommen.

Astarte borealis Chemnitz.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen und Silicoflagellaten	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges	Bemerkungen
1.	?	21. 2. 1899	Schlick zwischen Friedrichsort und Möltenort	Coscinodiscus Melosira	Ceratiumhörner	—	kleine Seegrasstücke	Spongiennadeln	viel	viel	—	—
2. u. 3.	?	„	„	Coscinodiscus, Rhabdonema, Cyclotella, Cocconeis, meist zerbrochen	—	—	—	—	sehr viel	viel	—	—
4. u. 5.	?	2. 11. 1899	Schlick beim Feuerschiff	Coscinodiscus, Melosira und andere	Prorocentron, Ceratien und Distephanus	Tint. ventricosus	—	—	wenig	wenig	Eizellen	—
6.	26	21. 2. 1900	Mud bei Boje Kiel 2	Synedren und Coscinodiscus	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel	—	nur ein kleiner Darmabschnitt untersucht
7.	10	27. 3. 1900	Florideen und Seegras bei der Glockenboje	Coscinodiscus und verschiedene Grunddiatomeen	—	—	kleine Pflanzenstücke	kleine Crustaceenreste	sehr viel	sehr viel	—	—
8.—12.	?	8. 11. 1899	schlickiger Florideengrund bei der Heulboje	Im Protokoll steht nur die Angabe: reines Plankton, vorwiegend Prorocentron								

[1]) H. S. Bronn: Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere *(Malacaroa)*. Leipzig u. Heidelberg 1862 p. 417.

Auch für *Mya arenaria*, wenigstens für die in der Kieler Bucht lebenden, kommen Diatomeen und Peridineen in erster Linie als Nahrung in Betracht. *Mya arenaria* bewohnt den Sand und auch den Mud. Die Muschel gräbt sich bekanntlich ein und streckt ihren Doppelsipho in das Wasser.

Mya arenaria L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Cyanophyceen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges
1.	ca. 50	10. 7. 1899	Sand bei Bellevue	Grunddiatomeen, Cocconeis und andere in beträchtlicher Menge	sehr viel Prorocentron; Ceratiumtheile nicht so zahlreich	Merismopedia ziemlich viel	—	kleine Algen- und Seegrasstücke	kleine Crustaceenreste, Chaetopodenborsten	viel	viel	—
2.	ca. 35	„	„	Grunddiatomeen wenig zahlreich	Prorocentron und Ceratium spärlich	—	—	kleine Stücke ganz vereinzelt	Borsten und Kiefer von Chaetopoden	sehr viel	viel	1 Eizelle
3.	ca. 40	„	„	wenig Diatomeen	Prorocentron spärlich	Merismopedia in beträchtlicher Menge	—	Pollenkörner ziemlich viel; vereinzelt Seegrasstücke	1 Nauplius, verschiedene kleine Reste	sehr viel	viel	—
4.	25	22. 4. 1899	Mud bei Bellevue	Coscinodiscus, Grunddiatomeen, Synedra und Naviculaceen; Chaetocerosborsten sehr viel	—	—	T. ventricosus vereinzelt	kleine Stückchen vereinzelt	verschiedene kleine Reste	sehr viel	viel	—
5.	22	18. 6. 1900	Mud zwischen Bellevue und Holtenau	— ?	1 Dinophysis acuta	—	—	— ?	— ?	sehr viel	sehr viel	mehrere Eihüllen
6.	?	24. 7. 1899	schwarzes Seegras bei der Muschelbank	— ?	Prorocentron in beträchtlicher Menge	—	—	—	—	viel	viel	mehrere dornige Cysten
7.—12.	11 bis 13	„	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	—	Prorocentron und junge Peridineen viel	—	—	—	—	viel	wenig	—
13.	20	9. 6. 1900	K. W.-K. km 97,5, Ufer	Melosiren und Naviculaceen ziemlich viel; Pleurosigma	—	—	—	—	1 Chaetopodenborste	sehr viel	?	1 volle und 1 leere Eihülle
14. u. 15.	37 32	„	K. W.-K. km 95, Dredge	Melosiren und andere spärlich	—	—	—	—	Spongiennadeln, 1 Chaetopodenborste	sehr viel	sehr viel	—
16.	27	„	„	Melosiren und andere spärlich	—	—	—	—	Spongiennadeln	sehr viel	sehr viel	1 leere Eihülle

Was die im Sand lebenden Exemplare anbelangt, so habe ich von ihnen drei untersucht, die ich bei Bellevue gefangen habe. Grunddiatomeen, besonders *Cocconeis*, waren von allen dreien auf-

genommen worden; ein Exemplar hatte sehr viel Prorocentren und viel Ceratien gefressen, im Darm der andern beiden waren Peridineen spärlich. Zwei der drei Individuen hatten kleine Cyanophyceen (*Merismopedia)* gefressen. Kleine Seegras- und Algenstücke habe ich nur in geringem Masse gefunden; von thierischen Bestandtheilen ist ein Nauplius zu nennen. Unkenntliche Masse war immer in Menge anwesend. Die folgenden Exemplare Nr. 4—12 habe ich an verschiedenen Stellen auf Mudgrund gedredget. Nr. 6—12 enthielten an organischen Stoffen fast ausschliesslich Prorocentren und die schon bei *Mytilus* erwähnten „jungen Peridineen". Dazu kam freilich stets viel unkenntliche Masse und zum Theil auch viel Sand. Nr. 4, die im April gefangen war, hatte keine Peridineen, dafür viel Diatomeen, besonders *Chaetoceros* aufgenommen; auch fanden sich vereinzelt Tintinnen *(T. ventricosus).* Der Darminhalt von Nr. 5 bestand ausschliesslich aus unkenntlicher Masse und Sand, worin sich nur eine *Dinophysis* und mehrere Eihüllen erkennen liessen. Die letzten vier Exemplare stammten aus dem Kaiser Wilhelm-Kanal. Ihr Darm enthielt, abgesehen von vereinzelten Eihüllen und Melosiren, deren Lebensweise mir zweifelhaft ist, keine planktonischen Bestandtheile; dafür waren unkenntliche Masse und Sand in grosser Menge vorhanden. Vielleicht ist der Grund dafür darin zu suchen, dass der Boden des schmalen Kanals durch den lebhaften Dampfschiffverkehr in stärkerem Masse aufgewühlt wird, als in der Föhrde.

Mya truncata ist in ihrem Vorkommen auf Mudgrund beschränkt. Die Untersuchung der neun gefangenen Exemplare hat kein klares Ergebniss gehabt. Der Darm war fast stets hauptsächlich mit unkenntlicher Masse gefüllt, in der nur vereinzelt Planktonorganismen eingeschlossen waren. Bemerkenswerth ist das Exemplar Nr. 5, weil es das einzige von sämmtlichen untersuchten Thieren der Kieler Bucht ist, in dessen Darm ich eine *Anuraea* gefunden habe.

Mya truncata L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Tintinnen	Andere Protozoen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand
1.	15	18. 6. 1900	Mud auf der Höhe der Wiker Bucht	vereinzelte Grunddiatomeen	—	1 Tintinnus ventricosus	—	1 Coniferenpollenkorn	zerbrochene Spongiennadeln vereinzelt	viel	?
2.	14	„	„	—?	—	—	1 Foraminifere	—	—	sehr viel	?
3.	15	„	„	—?	—	—	—	—	kleine Crustaceenreste vereinzelt	sehr viel	?
4.	16	„	„	—?	—	—	—	vereinzelte kleine Pflanzenstücke	—	sehr viel	?
5.	20	„	„	Melosira vereinzelt	—	—	—	—	1 Anuraea tecta, kleine Crustaceenstücke	sehr viel	?
6.	?	15. 11. 1899	Mud zwischen Boje Kiel 5 und Friedrichsorter Leuchtthurm	Coscinodiscus	Prorocentron	—	—	?	?	sehr viel	viel
7.	?	„	„	kleine Melosiraketten, Coscinodiscus	1 Prorocentron, 1 Peridinium	—	—	?	?	sehr viel	sehr viel
8. u. 9.	?	24. 7. 1899	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	Im Protokoll steht nur, dass Plankton im Darm gefunden worden ist.							

Auch bei *Cardium edule* haben die Darmuntersuchungen nicht ergeben, ob die Hauptnahrung dieser Muschel aus Plankton besteht. Ihre Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme stimmen mit denen der besprochenen Muschel überein und aus diesem Grunde glaube ich *Cardium edule* hier erwähnen zu dürfen.

Cardium edule L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Cyanophyceen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand
1.	15	10. 7. 1899	Sand am Strande bei Bellevue	Grunddiatomeen, vorwiegend Cocconeis	Prorocentron spärlich	Merismopedia viel	—	Pollenkörner viel	Spongiennadeln, Chaetopodenborsten und kleine Crustaceenreste	viel	viel
2.	12	„	„	Grunddiatomeen ziemlich viel	—	Merismopedia ziemlich viel	—	—	Spongiennadeln, Chaetopodenborsten	sehr viel	viel
3. u. 4.	15 13	„	„	Grunddiatomeen wenig	—	Merismopedia vereinzelt	—	—	Chaetopodenborsten	sehr viel	viel
5. — 7.	ca. 20	24. 7. 1899	Strand bei Stein	Im Protokoll steht nur die Angabe: viel Plankton, wenig Sand							
8.	13	9. 6. 1900	K. W.-K. km 97,5 (Ufer)	vereinzelte Diatomeen, sonst nur Sand und unkenntliche Masse							
9. — 12.	15 14 14 7	„	„	nur Sand und unkenntliche Masse							

Bei der nahe verwandten Art — *Cardium fasciatum* — habe ich Planktonfrass mit Sicherheit nachweisen können, und zwar bildeten Peridineen den Hauptbestandtheil des erkennbaren Darminhaltes der fünf untersuchten Exemplare.

Cardium fasciatum Mont.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Tintinnen	Unkenntliche Masse	Sand
1.	8	24. 7. 1899	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	—	Prorocentron in beträchtlicher Menge	—	sehr viel	wenig
2.	10	„	schwarzes Seegras bei der Muschelbank	—	Prorocentron und junge Peridineen	—	—	—
3.—5.	?	15. 11.	Mud bei Friedrichsort	Coscinodiscus, Melosira	Prorocentron, Ceratium tripos	Tintinnus ventricosus	viel	viel

Von *Scrobicularia piperata* habe ich sechs Exemplare untersucht. Zwei von ihnen hatten Peridineen — Prorocentren und junge Peridineen — in beträchtlicher Menge aufgenommen; bei den übrigen fehlten sie; kleine pflanzliche und thierische Reste sowie Diatomeen waren spärlich, unkenntliche Masse

dagegen stets viel vorhanden. Ueber ihre Ernährungsweise schreiben Meyer und Möbius[1]): „Das Ende (der Mantelhöhle) krümmt sich und tastet hin und her; es greift in den Schlamm und löst Theilchen desselben los, welche dann schnell in den Körper hineinfahren." Danach wäre *Scrobicularia* besser zu den Detritusfressern zu stellen.

Scrobicularia piperata Gmel.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges
1.	?	24. 7. 1899	schwarzes Seegras bei der Muschelbank	Naviculaceen und andere (leer)	—	kleine Reste	kleine Reste	viel	viel	—
2.	?	„	„	leere Schalen von Naviculaceen und anderen	Prorocentron und junge Peridineen in beträchtlicher Anzahl	kleine Reste	kleine Reste	viel	viel	—
3.	15	„	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	?	Prorocentron in beträchtlicher Anzahl	—	—	sehr viel	viel	—
4.—6.	?	27. 11. 1899	Mud zwischen Strander Grasberg und Gasboje	einige leere Coscinodiscusschalen	—	?	?	sehr viel	sehr viel	—

Dasselbe gilt von *Tellina baltica.* Im Aquarium habe ich diese Muschel oft in gleicher Weise ihre Nahrung suchen sehen, wie es oben von *Scrobicularia* gesagt wird. Im Darm der 25 untersuchten Exemplare habe ich ausserdem nur ganz vereinzelt Planktonorganismen gefunden. (Tabelle siehe S. 142).

Ich habe die beiden letzten Muschelarten trotzdem bei den Planktonzehrern erwähnt, weil ich die untersuchten Muscheln im Zusammenhang besprechen wollte.

Ascidia canina findet sich in der Kieler Bucht in den Pflanzenregionen, meist an Seegras und Algen, seltener an Steinen und anderen Gegenständen sitzend. Im Darm der 22 untersuchten Exemplare habe ich als wesentliche Nahrungsbestandtheile Diatomeen, Peridineen und Pflanzenstücke gefunden. Dazu kamen in vereinzelten Fällen Copepoden, kleine thierische Reste und die schon oben erwähnte Alge *(Rhizoclonium.)* (Tabelle siehe S. 143). Unter den Diatomeen spielten die typischen Planktonformen, *Chaetoceros* und *Rhizosolenia* eine bedeutendere Rolle, als es bei irgend einer der bisher besprochenen planktonfressenden Thierarten der Fall war; jedoch überwogen auch hier meist die Grundformen. Die im Darm von *Ascidia* gefundenen Peridineen waren die gleichen wie diejenigen im Darm der Muscheln. In wechselnder Menge waren sie fast immer vorhanden. Nur im Darm der im Februar gefangenen Exemplare Nr. 15—17 fehlten sie; dagegen machten sich in dem Darm von Nr. 1—7, die ebenfalls im Februar gedredget waren, Reste von Ceratien bemerkbar. Seegras- und Algenstücke fehlten sehr selten; verschiedentlich habe ich auch Florideentriebe und dünne, verzweigte, einzellreihige niedere Algen bemerkt. Bei Bronn[2]) findet sich die Angabe, dass die Nahrung der Tunikaten ganz vegetabilisch sein und aus Algenstücken, Diatomeen und Desmidiaceen bestehen soll; jedoch zweifelt Bronn schon selbst, ob die kleinen Krebschen und andere Thiere nicht auch aufgenommen werden und nur schneller der Verdauung anheimfallen. Die Annahme, dass keine Thiere gefressen werden, gründet sich auf eine Beobachtung von Lister (in Bronn erwähnt). Lister sah im Kiemendarm von Ascidien kleine Krebse monatelang leben. Wie schon Bronn vermuthet, und wie sicher nachgewiesen ist, handelt es sich um Parasiten; es sind Copepoden *(Notonelphys).* Ich habe sie verschiedentlich im Kiemendarm von *Ascidia canina* gefunden. Mehrere Ascidien, die am

[1]) H. A. Meyer und K. Möbius: Die Lamellibranchiata etc. l. c. p. 107.
[2]) H. G. Bronn: Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacazoa). l. c. p. 170.

Tellina baltica L.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Unkenntliche Masse	Sand	Sonstiges	Bemerkungen
1.	?	22. 4. 1899	Mud auf der Höhe von Bellevue	—	—	—	spärliche Reste	spärliche Reste	viel	sehr viel	—	—
2.	?	15. 11. 1899	Mud zwischen Kiel 5 und Friedrichsort	?	—	—	spärliche Reste	spärliche Reste	sehr viel	sehr viel	1 „umrindete Cyste“	—
3.	?	„	„	zerbrochene Coscinodiscus Melosira	Ceratium-bruchstücke	—	spärliche Reste	spärliche Reste	viel	viel	1 dornige Cyste	—
4.—7.	?	24. 7. 1899	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	?	—	—	?	?	sehr viel	viel	—	—
8. u. 9.	?	15. 11. 1899	Mud bei Friedrichsort	?	—	—	?	?	äusserst viel	sehr viel	—	—
10.	?	8. 11. 1899	sandiger Schlick beim Stoller Grund	?	—	—	?	?	äusserst viel	sehr viel	—	—
11.—14.	?	17. 7. 1899	Mud beim Stoller Grund	—	—	—	—	?	sehr viel	sehr viel	—	—
15	11	27. 3. 1900	Florideen und Seegras bei der Glockenboje	zerbrochene Schalen in geringer Menge	—	—	—	Spongiennadeln	sehr viel	sehr viel	—	—
16.	9	„	„	leere Coscinodiscus vereinzelt	—	—	kleine Reste vereinzelt	—	sehr viel	sehr viel	—	—
17.	10	„	„	Cocconeis vereinzelt, Coscinodiscus vereinzelt, Grammatophora vereinzelt, Naviculaceen vereinzelt (zum Theil zerbrochen)	—	—	kleine Reste vereinzelt	Spongiennadeln	sehr viel (vorherrschend)	sehr viel	—	—
18.	13	9. 6. 1900	K. W.-K. Nobiskrug, Dredge	leere Schalen (zum Theil zerbrochen)	—	—	—	?	sehr viel	sehr viel	—	—
19.	13	9. 6. 1900	K. W.-K. km 97,5	—	—	—	—	—	spärlich	?	—	Darm nahezu leer
20.	11	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	Darm leer
21.—24.	13 13 12 13	„	„	leere Schalen spärlich	—	—	kleine Reste	kleine Reste	sehr viel	sehr viel	—	—
25.	12	„	„	leere Schalen Synedren, Naviculaceen äusserst viel Pleurosigma	—	—	—	—	wenig	viel	—	—

Ascidia canina O. F. Müller.

Nr.	Höhe in mm	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen und Silicoflagellaten.	Andere einzellige Algen	Gewebspflanzen	Tintinnen	Nauplien	Copepoden	Andere Gewebsthiere	Sonstiges
1.	?	11. 2. 1899	lebendes Seegras bei Bellevue	Chaetoceros, Rhizosolenia, Biddulphia; Melosira, Cocconeis, Pleurosigma u. andere	Bruchstücke von Ceratium	—	Seegrasstückchen	—	—	—	—	—
2. u. 3.	?	„	Grenze des lebenden und toten Seegrases bei Bellevue	Chaetoceros, Rhizosolenia; Synedren, Coscinodiscus Rhoicosphenia, Melosira und andere	Bruchstücke von Ceratium ziemlich viel	—	Seegras- und Algenstücke, Algentriebe	vorhand.	—	ziemlich viel	Chaetopodenborsten ganz vereinzelt	—
4.	?	„	totes Seegras bei Bellevue	Chaetoceros, Rhizosolenia; Grundformen	Bruchstücke von Ceratium	—	Seegras- und Algenstücke	1Codonella	—	—	—	—
5.	?	21. 2. 1899	Fucus am Kleverberg	Chaetoceros, Rhizosolenia, Coscinodiscus viel; Grundformen viel	Bruchstücke von Ceratium	—	kleine Stückchen	—	1	Theile	—	
6.	?	„	—	Chaetoceros, Rhizosolenia, Coscinodiscus; Grundformen	Bruchstücke von Ceratium	—	Algenstücke und -triebe	—	—	—	Crustaceenreste; Chaetopodenborsten vereinzelt; 1 Eizelle	—
7.	?	„	—	Chaetoceros und Coscinodiscus viel; Grundformen viel	Bruchstücke von Ceratium ziemlich viel	—	kleine Algenstücke	—	—	1	—	—
8.—10.	?	17. 7. 1899	Fucus am Stoller Grund ca. 8 m tief	Grundformen in spärlicher Menge	sehr viel Prorocentron, Ceratium vorhanden, junge Peridineen, Dinophysis mehrfach	Rhizoclonium (?) sehr viel	vereinzelte kleine Stückchen, mehr. verzweigte kleine Fadenalgen	mehrere	1	mehrere	Milbenreste, Eizellen, Crustaceenreste	mehrere dornige Cysten
11.	?	„	„ ca. 12 m tief	„	„ (die Prorocentren überwiegen nicht so sehr)	„	„	„	—	„	?	„
12.	?	„	„	Synedren spärlich, Pleurosigma vereinzelt	junge Peridineen vorhanden, Prorocentron viel, Ceratium vereinzelt, Goniaulax; Dinophysis acuta, Peridinium divergens vereinzelt	„	spärliche Reste	—	ganz vereinzelt	—	vereinzelte Crustaceenreste, Eizellen	vereinzelte dornige Cysten
13.	10	28. 10. 1899	Florideen bei Boje Bülk A	Sceletonema, Rhizosolenia; Coscinodiscus sehr viel; Grundformen Synedra Hols. vorhand.	sehr viel Ceratium; Prorocentron und Distephanus vorhanden	—	—	—	—	—	—	—
14.	?	„	„	Chaetoceros, Rhizosolenia, Coscinodiscus; Grundformen	viel Ceratium	—	—	—	—	—	—	—
15.—17.	?	21. 2. 1899	Strander Grasberg; unter einem Stein	Coscinodiscus; Cocconeis Grammatophora, Rhabdonemastücke, Melosira	—	—	Seegras- und Algenstücke	—	—	—	?	—
18. u 19.	?	15. 11. 1899	Florideen und Seegras am Strander Grasberg	verunreinigtes Peridineenplankton, Ceratium vorwiegend; keine Copepoden								
20.—22.	?	6. 12. 1899	Fucus am Kleverberg	grosse Pflanzenstücke, Grunddiatomeen, unkenntliche Masse und Sand; ganz vereinzelt Prorocentron.								

21. 2. 1899 am Kleverberg gefangen waren, habe ich in lebendem Plankton gehalten, das, um Bodensatz zu vermeiden, durch einen Apparat beständig in schwebendem Zustand erhalten wurde. Ein Exemplar nahm ich nach etwa 40 Stunden heraus, um es zu untersuchen. Im Darm fand ich meist *Chaetoceros, Rhizosolenia, Sceletonema* und *Coscinodiscus*, daneben auch Grundformen und vereinzelte Bruchstücke; thierische Reste fehlten gänzlich. Im Darm eines zweiten Exemplares, das nach vier Tagen untersucht wurde, fand ich bei weitem vorwiegend *Chaetoceros, Rhizosolenia* und *Synedra* ziemlich viel, *Dinophysis* und *Peridinium* nicht selten; bemerkenswerth ist, dass Copepoden und Nauplien, die im vorigen Exemplar fehlten, in diesem ziemlich viel vorhanden waren. Ein drittes Exemplar, das ich nach zwei weiteren Tagen untersuchte, stimmte bezüglich seines Darminhaltes mit dem eben besprochenen überein. Vereinzelt fand ich kleine Seegras- und Algenstücke und Grunddiatomeen.

Von den beiden hier vorkommenden Cynthien, lebt die eine Art, *Cynthia grossularia*, vorzugsweise im Gebiet der Algen, an diesen meist dicht und zusammengewachsen sitzend. *Cynthia rustica*

Cynthia rustica L.

Nr.	Fundzeit	Fundort	Darminhalt
1.	28. 10. 1899	Mud zwischen Heulboje und Bülk A	Stark verunreinigtes Plankton, Ceratium vorwiegend
2.—5.	8. 11. 1899	Mud vor dem Stoller Grund	Sehr reines Plankton, Ceratium vorwiegend
6. u. 7.	„	„	Wie die vorigen; Tintinnus acuminatus, Distephanus, Rhizosolenia vereinzelt; Synedra ziemlich viel.
8. u. 9.	„	Florideen bei der Heulboje	Reines Plankton, Ceratium vorwiegend.

dagegen findet man vorwiegend auf Mudgrund, an Steinen, Muschelschalen und anderen festen Gegenständen festgewachsen. Doch kommen Vertreter der letzteren Art auch auf sandigem Grund zwischen Florideen vor, und *C. grossularia* habe ich andererseits auch auf Mudboden angetroffen. Was die Beschaffenheit des Darminhaltes anbetrifft, so ist diese bei beiden Arten gleich. Von *C. rustica* habe ich 9 Exemplare untersucht. Sämmtliche Exemplare sind im Herbst und Winter gefangen worden, und dementsprechend bestand der Darminhalt auch vorzugsweise aus Peridineenplankton.

Cynthia grossularia van Beneden.

Nr.	Fundzeit	Fundort	Darminhalt
1.	21. 2. 1899	Fucus bei Bülk	Coscinodiscus, Cocconeis, Naviculaceen; Stücke von Seegras und Algen; viel unkenntliche Masse; Sand
2.	23. 7. 1900	Florideen u. Seegras am Strander Grasberg	Coscinodiscus, Synedra; mehrere Tintinnus ventricosus; unkenntliche Masse und Sand
3.	„	„	Chaetoceros, Coscinodiscus, Synedra; mehrere Tintinnen; 1 dornige Cyste; unkenntliche Masse und Sand
4.—7.	13. 12. 1899	Mud mit Florideen hinter der Gasboje	Plankton, vorwiegend Ceratium
8.—10.	6. 12. 1899	Mud bei der Gasboje	Stark verunreinigtes Plankton, Ceratium vorwiegend
11. u. 12.	13. 12. 1899	Mud zwischen Gas- u. Glockenboje	Stark verunreinigtes Plankton, Ceratium vorwiegend
13.–20.	8. 11. 1899	Florideen am Stoller Grund	Reines Peridineenplankton, vorwiegend Ceratium, Prorocentron spärlich
21.—24.	„	„	Ziemlich viel Sand und unkenntliche Masse, sonst wie bei den vorigen
25.—29.	25. 5. 1900	„	Chaetoceros, Sceletonema; sehr viel Synedren; Peridinium und Dinophysis vereinzelt; Sand und unkenntliche Masse spärlich
30.	„	„	fast nur Synedren

Das Gleiche war bei den im Herbst und Winter gefangenen Exemplaren der anderen Art der Fall, wenngleich der Darm manchmal auch zum grossen Theil mit Sand und unkenntlicher Masse gefüllt war. Im Darm der sieben im Februar und Mai gefangenen Exemplare fehlten dagegen Peridineen gänzlich und ihre Stelle vertraten Diatomeen, wie es der nach den Jahreszeiten verschiedenen Zusammensetzung des Planktons entspricht.

5. Detritusfresser.

Die von mir untersuchten Detritusfresser sind:

Halicryptus spinulosus v. Sieb.,
Priapulus caudatus Lamarck,
Arenicola marina L.,
Terebellides Stroemii Sars,
Pectinaria belgica Pallas,
Polydora ciliata Müller,
Spirorbis nautiloides Lamarck,
Amphitrite Johnstonii Malmgren,
Flabelligera affinis M. Sars,
Nereis diversicolor Müller,
Cuma Rathkei Kröyer.

Zu den Detritusfressern rechne ich diejenigen Thiere, die sich von toten, zu Boden sinkenden oder gesunkenen Stoffen vegetabilischen oder animalischen Ursprungs nähren. Kleine Pflanzenstücke, die zweifellos auch zum Detritus gerechnet werden müssen, habe ich auch im Darm der Muscheln und Ascidien gefunden; manchmal waren sie sogar in so reichem Masse vorhanden, dass ihnen eine wesentliche Bedeutung als Nahrung für planktonzehrende Thiere nicht abgesprochen werden kann. Aber während im Darminhalt der von mir als Planktonzehrer bezeichneten Thiere Planktonorganismen prävalirten oder doch wenigstens fast immer in grösserer Menge vorhanden waren, fehlten sie im Darm der hier als Detrituszehrer aufgeführten Thiere gänzlich oder waren nur vereinzelt anzutreffen.

Zunächst seien die beiden in der Kieler Bucht nicht gerade häufig vorkommenden Gephyreen erwähnt[1]).

Von *Halicryptus* habe ich zehn Exemplare untersucht, von denen vier jedoch keinen Darminhalt hatten. Bei den übrigen bestand er aus Sand und unkenntlicher Masse; im Darm eines Exemplars habe ich einige zerbrochene Diatomeen und Spongiennadeln bemerkt.

Halicryptus spinulosus v. Sieb.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Darminhalt	Bemerkungen
1. u. 2.	?	22. 4. 1899	Mud im inneren Hafen	unkenntliche Masse und Sand	—
3.	16	18. 6. 1900	Mud zwischen Bellevue und Holtenau	unkenntliche Masse und Sand; einige zerbrochene Diatomeen und Spongiennadeln	—
4.—7.	18 17 11 10	„	„	Darm leer	Die Exemplare waren nicht gleich getötet und hatten ihren Darminhalt ausgestossen
8.—10.	?	24. 7. 1899	Mud bei der Muschelbank	unkenntliche Masse und Sand; kleine Seegrasstückchen	—

Auch im Darm der sechzehn untersuchten Exemplare von *Priapulus* waren Sand und unkenntliche Masse vorwiegend. Daneben waren auch kleine Pflanzenstücke ziemlich zahlreich vorhanden. Von thierischen Resten kamen vor Allem Spongiennadeln und Chaetopodenborsten in Betracht: in einem Darm habe ich

[1]) In der östlichen Ostsee tritt *Halicryptus* häufiger auf und bildet dort zusammen mit *Idothea entomon* die Hauptnahrung des Störs.

von letzteren 50 von einer Art gesehen. Bemerkenswerth ist das Fehlen von kleinen Crustaceenresten. Diatomeen und Coniferenpollenkörner habe ich vereinzelt und in spärlicher Menge angetroffen. Frey und Leuckart[1]) fanden im Darm von *Priapulus* „Sandkörnchen und Stücke von Molluskengehäusen".

Priapulus caudatus Lam.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Darminhalt	Bemerkungen
1.	10	18. 6. 1900	Mud zwischen Bellevue und Holtenau	Sand und unkenntliche Masse vorherrschend; einige grössere Pflanzenstücke; leere Diatomeenschalen (Grundformen) Spongiennadeln; ca. 50 gleiche Chaetopodenborsten	Der Darm war nur an den beiden Enden gfüllt
2.	10	„	„	Sand und unkenntliche Masse vorherrschend; leere Grunddiatomeen und Spongiennadeln; grössere Pflanzenstücke fehlen	„
3.	9	„	„	wie 2. grössere Pflanzenstücke aber vorhanden	„
4.	8	„	„	Sand, unkenntliche Masse, Spongiennadeln und leere Diatomeen; vereinzelte Coniferenpollenkörner	—
5. u. 6.	10	„	Ulven zw. Möltenort und Heikendorf	Sand und unkenntliche Masse mit vereinzelten organischen Resten; Ellipsoide massenhaft	—
7.	?	15. 11. 1899	Mud bei Friedrichsort	Sand und unkenntliche Masse; grosse Seegrasstücke; Ellipsoide vorhanden	—
8.—13.	?	24. 7. 1899	Mud bei der Muschelbank	Sand und unkenntliche Masse; im Darm einiger Exemplare kleine Seegrasstückchen	—
14.	?	11. 2. 1899	Grenze des lebenden und toten Seegrases bei Bellevue	viel Sand und unkenntliche Masse; Grunddiatomeen; Seegrasstücke; 1 Pollenkorn. Der Sand zum Theil in recht grossen Körnern	—
15.	?	15. 11. 1899	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	Sand und unkenntliche Masse; kleine Seegrasstücke mit braunem Zellinhalt	—
16.	?	„	Seegras und Florideen am Strander Grasberg	Sand und unkenntliche Masse; 1 Seegrasstück	—

Obgleich ich im Darm fast aller untersuchten Exemplare kleine Pflanzenstücke gefunden habe, kann ich mich der Ansicht von Ehlers[2]), „dass *Priapulus* Pflanzenfresser ist", nicht anschliessen, denn erstens überwiegen, wie schon oben gesagt, im Detritus pflanzliche Bestandtheile stets, und zweitens darf der Befund von 50 gleichen Chaetopodenborsten in einem Darm nicht übersehen werden; drittens endlich war der Gesammthabitus des Darminhaltes bei *Priapulus* ein ganz anderer als bei denjenigen Thieren, die ich unter den Pflanzenfressern besprochen habe. Die Zellen der Pflanzenstücke aus dem Darm von *Priapulus* waren immer entweder leer oder mit stark deformirtem Inhalt gefüllt, während der Zellinhalt derjenigen Pflanzentheile, die ich im Darm von Pflanzenfressern gefunden habe, oft noch gut erhalten war; auch habe ich im Darm von Pflanzenfressern niemals derartige Mengen von Sand und unkenntlicher Masse gesehen, wie es bei *Priapulus* der Fall war. Ehlers giebt selbst an, den Mittheilungen von Rathke und Fabricius folgend, dass der Wurm „sich auf dem sandigen oder thonigen Boden des Meeres Gänge gräbt. In diesen lebt er ruhig, während der Schwanz frei ins Wasser hineinragt". Ueberdies citirt Ehlers die Worte von Phillips, der einen *Priapulus* drei Wochen

[1]) H. Frey u. R. Leuckart: Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere. Braunschweig 1847.
[2]) Ehlers: Ueber *Priapulus*. Zeitschr. wiss. Zoologie. Band XI.

im Aquarium beobachtet hat. „Es wurde nie beobachtet, dass das Thier irgend einen besonderen Versuch machte, Futter zu sich zu nehmen, obwohl bei der Zufuhr von frischem Seewasser Fäkalmassen aus der an der Basis des Schwanzes liegenden Afteröffnung ausgestossen wurden.“ Gefressen hat das Thier sicherlich, sonst hätte es keine Fäkalmassen ausstossen können. Das es keinen Versuch gemacht hat, Nahrung zu sich zu nehmen — was doch wohl so zu verstehen ist, dass das Thier die Röhre nicht verlassen hat —, so bleibt nichts übrig, als dass der Wurm die im umgebenden Boden enthaltene organische Substanz gefressen hat. Im Darm einiger Exemplare habe ich die auch von Frey und Leuckart[1]), Ehlers[2]) und Apel[3]) erwähnten Ellipsoide gefunden. Ehlers beschreibt sie als „plattovale, an dem einen Ende meist etwas zugespitzte Körper mit dicker starker Wand; an der einen zugespitzten Stelle scheint die Wand oft durchbrochen zu sein und einen Eintritt in das Innere zu gewähren; in diesem lagen, meist zu einem Haufen zusammengeballt, runde, gelbliche, das Licht stark brechende Kügelchen, die nur in seltenen Fällen fehlten. Die Grösse des ganzen Körpers betrug 0,0222—0,0296 mm, die Dicke der Wand 0,0018 mm. Die einzelnen Kügelchen hatten einen Durchmesser von 0,0037 mm .... Auf Behandlung mit Jod und Schwefelsäure erschien die für Cellulose charakteristische dunkelviolette Farbe in ihnen.“ Ehlers hält diese Ellipsoide für „Sporenzellen von Algen, die dem Thiere als Nahrung gedient haben“. Ich möchte sie mit Rücksicht darauf, dass ich sie, wie auch Apel, auch zwischen den Epithelzellen der Darmwand bemerkt habe, mit Apel für Parasiten ansehen.

Von *Arenicola marina* habe ich etwa 10 Exemplare aus der Kieler Bucht (Strand bei Bellevue) und ebensoviel aus dem Wattenmeer an der Elbmündung untersucht. Immer bestand der Darminhalt vorwiegend aus Sandkörnchen, unkenntlicher Masse, kleinen und kleinsten Pflanzenstückchen, zerbrochenen und leeren Diatomeenschalen und kleinen thierischen Resten, wie Crustaceentheilchen, Chaetopodenborsten und Schwammnadeln; hin und wieder habe ich auch kleine Stückchen von Muschel- und Schneckenschalen bemerkt. Marshall schreibt in Brehms Thierleben[4]): Gleich den Regenwürmern verschlingt der Sandwurm grosse Mengen des Bodens, in dem er lebt, um damit die zu seiner Ernährung dienende organische Materie in den Magen zu bekommen“. Im gleichen Sinne spricht sich auch Heincke[5]) aus.

Die übrigen von mir untersuchten sedentären Polychaeten leben zum Theil in oder auf Mudgrund *(Terebellides Stroemii, Pectinaria belgica, Polydora ciliata)*, zum Theil auf oder zwischen Pflanzen *(Spirorbis nautiloides, Amphitrite Johnstonii, Flabelligera affinis)*. Die meisten von ihnen sind durch den Besitz langer Tentakeln ausgezeichnet. Lang[6]) schreibt über diese: „Sie sind ... sehr ausdehnbar, sehr kontraktil und werden als feine Fäden nach allen Seiten weit ausgestreckt, wo sie die Umgebung sondiren, um Nahrungstheile aufzuspüren, welche erfasst und zum Munde geführt werden.“ Im Aquarium ist die Ernährungsweise besonders gut an *Polydora* und an dem von mir nicht untersuchten *Siphonostomum multisetosum* zu beobachten.

Was den Darminhalt der von mir untersuchten Arten anbelangt, so bestand derselbe stets aus unkenntlicher Masse, Sand und kleinsten vegetabilischen und animalischen Resten. Ich habe deswegen von einer tabellarischen Uebersicht Abstand genommen. Vereinzelt habe ich Planktonorganismen, wie *Rhizosolenia* und *Ceratium* bemerkt, doch sind dieselben zweifellos in todtem Zustande, also als Bestandtheile des Detritus aufgenommen worden. *Polydora ciliata* schädigt nach Carazzi[7]) die Austern in hohem Maasse, indem sie in das Innere der Schale dringt, wenn diese halb geöffnet ist, um sich dort in der Nähe des Randes festzusetzen und viel Schlamm um sich anzuhäufen.

„Eine rechte Kernfamilie ist die der Nereiden *(Nereidea)*, in welcher der räuberische Charakter, verbunden mit ununterbrochener Agilität, Geschwindigkeit und Sicherheit der Bewegungen den höchsten

[1]) l. c. p. 43.
[2]) l. c. p. 238.
[3]) W. Apel: Beiträge zur Anatomie und Histologie von *Priapulus caudatus* Lam. Inaug.-Diss. Göttingen 1885, p. 45.
[4]) l. c. p. 122.
[5]) Niedere Thiere l. c. p. 398.
[6]) l. c. p. 44.
[7]) D. Carazzi: Revisione del genere *Polydora* Bosc e cenni su due specie che vivono sulle ostriche in: Mitt. zool. Stat. Neapel. 11. Band. Referat von H. Eisig.

Ausdruck gefunden hat." [1]) Von dieser Charakteristik möchte ich *Nereis diversicolor* wenigstens bezüglich der Ernährungsweise ausnehmen. Im Darm der zwanzig untersuchten Exemplare habe ich grössere animalische Bestandtheile nur vereinzelt gefunden, in einem Falle einen Copepoden und einen Nauplius, in einem andern eine kleine Muschel. Im Uebrigen wies die Beschaffenheit des Darminhaltes diesem Wurm einen Platz unter den Detritusfressern an. Im Aquarium lebt *Nereis diversicolor* meist im

Nereis diversicolor Müller.

Nr.	Länge in mm	Fang-zeit	Fangort	Diatomeen	Cyano-phyceen	Gewebspflanzen	Metazoen	Un-kenntliche Masse	Sand	Bemer-kungen
1.—8.	durch-schnittl. 55	4. 1. 1900	Strand bei Bellevue	Grundformen spärlich	—	Seegrasstücke; Zellen leer oder mit braunem Inhalt	vereinzelte Crusta-ceenreste und Chae-topodenborsten	viel	viel	—
9.	60	„	„	—	—	—	—	viel	—	Darm spärlich gefüllt
10.	60	„	„	—	—	—	—	—	—	—
11.	50	10. 7. 1899	„	Grundformen bilden den grössten Theil des erkennbaren Darminhaltes	Merismo-pedia ziemlich viel	Seegrasstücke ziemlich viel in verschiedener Grösse; Algentriebe ziemlich viel	1 Copepode und 1 Nauplius	viel	viel	—
12. u. 13.	?	„	„	—	—	—	—	—	—	—
14.	?	„	„	sehr viel Grund-formen	—	einige Algenfäden	—	viel	wenig	—
15.	54	17. 9. 1900	Strand bei Heiken-dorf	viel Synedren	—	Pflanzenstücke mit braunem Zell-inhalt	1 kleine Muschel	viel	wenig	—
16.	35	„	„	viel Synedren	—	„	kleine Mytilus-stückchen	viel	viel	—
17. u. 18.	27 25	„	„	Synedren vorh.	—	kleinste vegeta-bilische Reste	—	wenig	wenig	Darm spärlich gefüllt
19. u. 20.	32 24	„	„	—	—	—	—	—	—	—

Sande verborgen. Sie besitzt ein gutes Witterungsvermögen: wenn kleine Miesmuschelstückchen in den Behälter geworfen werden, in dem sich Nereiden im Sande vergraben aufhalten, so kommen die Würmer nach kurzer Zeit zum Vorschein, um die Fleischstückchen zu ergreifen und sich mit ihnen in den Sand zurückzuziehen.

Unter den von mir untersuchten Krebsen verdient nur *Cuma Rathkei* hier der Erwähnung. (Tabelle siehe S. 149). Abgesehen von vereinzelten Planktonorganismen, die wohl unbeabsichtigt aufgenommen worden sein dürften, war auch bei diesem Thier Detritusfrass sicher nachzuweisen.

Ferner seien an dieser Stelle die schon früher besprochenen beiden Muscheln *Tellina baltica* und *Scrobicularia piperata* erwähnt.

[1]) Brehms Thierleben. l. c. p. 118.

Cuma Rathkei Kröy.

Nr.	Länge in mm	Fangzeit	Fangort	Mageninhalt	Bemerkungen
1.	?	5. 6. 1899	Mud auf der Höhe der Universität	einige Diatomeen, fast alle leer; wenige Crustaceenreste; Bruchstücke von Schwammnadeln; viel Sand und unkenntliche Masse	der umgebende Mud zeigte die gleiche Zusammensetzung
2.—4.	?	24. 7. 1899	Mud zwischen Friedrichsort und Boje D	unkenntliche Masse und Sand	—
5.—14.	durchschnittlich 13	18. 6. 1900	Mud auf der Höhe der Wiker Bucht	unkenntliche Masse und Sand vorherrschend; Diatomeenschalen, kleine Crustaceenreste und Spongiennadeln; in einem Darm Bruchstücke von Chaetopodenborsten, in einem andern 1 Coniferenpollenkorn und 1 Tintinnengehäuse, in einem dritten 1 dornige Cyste	—
15.—20.	?	15. 11. 1899	Mud zwischen Boje Kiel 5 und Friedrichsorter Leuchtthurm	unkenntliche Masse und Sand	—
21.—23.	?	28. 10. 1899	Mud bei der Heulboje	unkenntliche Masse und Sand; vereinzelte Crustaceenreste und Spongiennadeln	—
24.—30.	?	28. 10. 1899	Mud zwischen Heulboje und Boje Bülk 1	unkenntliche Masse und Sand; im Darm einiger Exemplare vereinzelt Ceratium tripos	—

Zum Schluss will ich noch ein Thier, die *Ophioglypha albida,* (Tabelle siehe S. 150 u. 151) erörtern, über dessen Nahrungsweise ich, obgleich ich 42 Exemplare untersucht habe, im Unklaren bin. Das reichliche Vorkommen von Sand und unkenntlicher Masse, sowie das Auftreten von kleinen pflanzlichen Resten und thierischen Bestandtheilen sprechen dafür, dass *Ophioglypha* zu den Detritusfressern zu stellen ist. Auffallend ist aber das häufige Vorhandensein von Planktonorganismen, die zum Theil noch mit Inhalt versehen waren. Ich glaube nicht, dass *Ophioglypha* zur direkten Aufnahme von Plankton befähigt ist wenigstens gaben Aquariumbeobachtungen keinen Anhalt dafür. Eher möchte ich, in Anbetracht dessen, dass ich im Darm eines Exemplares ein Polychaetenstück und in dem eines andern viele Borsten von *Pectinaria* gefunden habe, vermuthen, dass der Schlangenstern Planktonzehrer, wie etwa *Cynthia,* frisst.

Ophioglypha albida Forb.

Nr.	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Andere einzellige Pflanzen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Sonstiges	Unkenntliche Masse	Sand
1.	27. 11. 1899	Mud zwischen Strander Grasberg und Gasboje	—	—	—	—	Seegrasstücke	sehr viel Borsten von Terebellides Stroemii	—	viel	viel
2.	„	„	mehrere	—	—	—	—	sehr viel Crustaceenreste	—	vorh.	vorh.
3.	„	„	Coscinodiscus und andere	sehr viel Ceratien, Prorocentron; Dinophysis	—	1 Tintinnus acuminatus	Seegrasstücke	Spongiennadeln	—	viel	viel
4.—9.	6. 12. 1899	Mud bei der Gasboje	—	Ceratiumbruchstücke	—	—	—	—	—	sehr viel	viel
10.—12.	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.—17.	2. 11. 1899	Mud mit Florideen zwischen Heul- und Glockenboje	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	8. 11. 1899	Mud vor dem Stoller Grund	vorhanden	Ceratiumbruchstücke	—	—	—	Crustaceenreste. Spongiennadeln	—	viel	viel
19.	„	„	vorhanden	„	—	1 Tintinnus ventricosus	—	„	—	„	„
20.	17. 7. 1899	„	Grundformen in geringer Menge	—	Rhizoclonium viel	—	—	1 Copepode; Crustaceenreste in grösseren Stücken	—	sehr viel	sehr viel
21.	„	„	„	—	„	—	—	1 Halacaride; Crustaceenreste	—	„	„
22.	„	„	„	—	„	—	Seegrasstücke ohne Zellinhalt	Crustaceenreste	—	„	„
23.	„	„	„	—	—	—	—	1 Balanidenlarve. (cyprisstad.) 1 Ostracode; grössere Crustaceenreste	—	„	„
24.	„	„	„	—	—	—	grosse Seegrasstücke	1 Stück von einem Polychaeten	—	„	„
25.	„	„	„	Ceratiumbruchstücke ziemlich viel	—	mehrere Tintinnus ventricosus	—	Crustaceenreste	1 dornige Cyste	„	„

Ophioglypha albida Forb. (Fortsetzung.)

Nr.	Fangzeit	Fangort	Diatomeen	Peridineen	Andere einzellige Pflanzen	Tintinnen	Gewebspflanzen	Metazoen	Sonstiges	Unkenntliche Masse	Sand
26.	28. 10. 1899	Mud zwischen Heulboje und Boje Bülk A	sehr viel; Rhizosolenia, Sceletonema, Melosira, Coscinodiscus; Rhoicosphenia, Grammatophora und andere	—	—	—	einige Seegrasstückchen	einige Spongiennadeln	—	viel	viel
27.	„	„	Melosira, Naviculaceen, Synedren, Coscinodiscus und andere; alle leer	einige Prorocentron und Dinophysis z. Th. gefüllt	—	1 Tintinnus ventricosus	1 Algenfaden	—	—	„	„
28.	„	„	„	—	—	—	—	—	—	„	„
29.	„	„	ziemlich viel Rhizosolenia, sonst wie die vorigen. Sceletonema vereinzelt	1 Ceratium furca	—	—	—	—	—	„	„
30.	„	„	Chaetoceros und Rhizosolenia vereinzelt. Coscinodiscus und Melosira.	Dinophysis vereinzelt	—	—	grosse Seegras- und Algenstücke	—	—	„	„
31.	„	„	—	—	—	—	—	—	—	sehr viel	sehr viel
32.—37.	21. 2. 1900	Boje Kiel 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38.—42.	„	„	vereinzelt. Coscinodiscus, Melosira, Synedren und andere	—	—	—	vereinzelt kleine Stücke	Spongiennadeln	—	viel	viel

Ergänzungen und Berichtigung zu den Befunden

über

die im Anfang des Jahres 1895 in der Nordsee treibend gefundenen Fischeier.

Mit einer Karte und 2 Figuren im Text.

Von

V. Hensen.

In unseren Veröffentlichungen, N. F. 1897 Heft II ist unter dem Titel: Die Nordsee-Expedition des Deutschen Seefischerei-Vereins, „Ueber die im Winter laichenden Fische", eine Arbeit erschienen, die über die drei Fahrten, die im Winter 1895 von Dr. Apstein und Dr. Vanhöffen berichtete. Indem ich jetzt auf diese Expeditionen zurückkomme, erhält sich mir der Eindruck, dass sie ein glänzender Erfolg gewesen sind. Ein im Wesentlichen völlig neuer Versuch war gemacht worden, die Quantität der Eier in der Nordsee zu bestimmen, über deren Menge, deren Vertheilung auf hoher See man keine Ahnung haben konnte, von denen bestenfalls die falsche Behauptung gewagt wurde, dass sie auf hoher See nicht, sondern nur an den Küsten angehäuft auf „Laichplätzen" vorkämen. Dieser Versuch musste gemacht werden mit einem für die Untersuchung recht ungenügend eingerichteten Schiff — Fischdampfer, mit einer, das gewöhnliche Maass nicht überschreitenden Bemannung, — zu der allerdings der tüchtige Fischmeister der Helgoländer Station hinzutrat — in stürmischer und kalter Jahreszeit, mit fast nicht heizbarer Kajüte, mit für die Fangmethodik nur unvollkommen eingerichtetem Apparat; das waren sehr ungünstige Vorbedingungen. Nur durch möglichst richtige Wahl des Ziels der Untersuchung, durch sehr energischen Willen und durch sehr grosse Sorgfalt der wissenschaftlichen Untersucher konnte der Erfolg errungen werden. Mit allem Dank gegen Dr. Vanhöffen muss ich doch sagen, dass es vor allem der unermüdlichen Thätigkeit und der grossen Ordnungsliebe, dergleichen ich in diesem Grade sehr selten getroffen habe, die Dr. Apstein entfaltete, zu danken ist, wenn ein solches, wie ich finde, grosses Resultat gewonnen ist. Man wusste nicht, wie weit etwa Eier und Larven vom Enstehungsort vertreiben, die Befunde für die Larven von *Ammodytes,* von *Luidia,* von den Eiern und Larven des Sprott, geben darüber Aufschluss, dass das Vertreiben damals nicht sehr weit stattgefunden hat, man also ziemlich sicher sein kann, die Stammeltern der gefundenen Brut in der Nordsee in nicht zu weiter Entfernung zu wissen. Man wusste nicht, dass eigentliche Laichplätze der Fische mit schwimmenden Eiern in der Nordsee nicht gefunden werden. Da fast überall die erkennbaren Eier der übrigen Fische, mit Ausnahme wohl der Flunder, gefangen worden sind, kann von eigentlichen Laichplätzen im gewöhnlichen Sinn nicht gesprochen werden. Das schliesst nicht aus, dass stärkere Anhäufungen laichender Fische in gewissen Bezirken vorkommen, wie ja solche für die Sardelle von Ehrenbaum beobachtet worden sind. Es hatte Niemand von der Menge der Eier, wie sie thatsächlich, wenn Stichproben einen Beweis geben, gefunden worden sind, eine Vorstellung vor jenen Fahrten. Diese Resultate schon allein erscheinen mir bedeutsam genug, um einige Fehler, die vorgekommen sind, nicht auf den langen Arm einer Decimalwaage zu werfen. Billiger Weise

sollte auf die Fehler erst so grosses Gewicht gelegt werden, wenn deren damalige Vermeidbarkeit etwa dadurch bewiesen werden könnte, dass irgendeine der Jahr für Jahr gemachten Nordsee- und Nordfahrten ein auch nur annähernd gleiches Resultat aufzuweisen hätte. So weit ich davon Kunde habe, ist das nicht der Fall. Unsere Fahrten haben die Systematik der Fischeier erweitert, deren Verwendbarkeit für mehr praktische Zwecke nachgewiesen und zu erneuten Versuchen angeregt.

Fehler sind vorgekommen und den schwersten Fehler habe ich gemacht, weil ich bei den beiden ersten Reisen ein Netz mitgab, das sich als zu klein erwies. Ich will das nicht zu vertheidigen versuchen, aller Anfang ist schwer! Man könnte nun glauben, dass ich die Verwerthung der Resultate nach nicht fehlerfreien Diagnosen ebensogut an frei gegriffenen Zahlenbeispielen hätte machen können. Ich bin dieser Meinung nicht, und da es sich bei derartigen Untersuchungen immer nur um eine Annäherung an die Wirklichkeit handeln kann und da namentlich in solchem Fall, wo noch Nichts vorliegt, eine grobe Annäherung schon von Werth ist, ist ein solcher methodischer Versuch immer gerechtfertigt. Heincke hat in seiner, gleich zu besprechenden Arbeit „Gradstunden" für die Inkubationsdauer von Fischeiern berechnet. Er zuerst wird anerkennen, dass weder der 0 Punkt noch die Gradtheilung des hundertheiligen Thermometers ein rationelles Maass abgeben können. Ich dagegen denke trotzdem nicht daran, diese Untersuchungen zu bemängeln, weil sie 1. eine Annäherung an den wirklichen Sachverhalt geben und 2. die gewonnenen Zahlen später einmal umgerechnet werden können. Sollte man etwa warten, bis 0 Punkt und Gradtheilung für die einzelnen Eiarten festgestellt sind? Da würde man vielleicht die Arbeit nicht abschliessen können und würde sich, mehr aber noch Anderen schaden, weil wohl nicht der Einzelne, sondern erst mehrere gute Beobachter der Sache Herr werden können. So haben auch wir, trotz nicht zweifelhafter Unsicherheiten schon allein der Anregung wegen herauskommen und die vielen Möglichkeiten der Ausbeutung solcher Fahrten zeigen müssen. Dies nicht zu thun wäre das Verkehrteste von der Welt gewesen.

Die gegebene Anregung hat doch auch schon Früchte getragen. Heincke und Ehrenbaum veröffentlichen in dem III. Bd. N. F. Heft 2 der Meeresuntersuchungen, Abthl. Helgoland, eine Arbeit über „Eier und Larven der Fische in der deutschen Bucht" die zu einem wesentlichen Theil unserer Anregung gefolgt ist und für die meinerseits zu danken ich mir nicht versagen möchte. Ich sehe darin einen grossen Fortschritt zu gunsten neuer Fahrten, und vermag es kaum zu bedauern, dass der Nachweis einiger nicht unwesentlicher, von uns gemachten Fehldiagnosen zunächst an unserem Material von Ihnen entdeckt und uns nachgewiesen worden ist. Dem von Ehrenbaum verfassten Abschnitt kann ich nur zustimmen. Die Eimessungen und deren Behandlung von Heincke sind vortrefflich, auch bringen sie wichtige und neue biologische Thatsachen ans Tageslicht, wenn sie gleich die diagnostische Bedeutung der Eimessungen sehr zurückdrängen. Ich habe dazu nur die Bemerkung zu machen, dass nämlich die nachgewiesene starke Schrumpfung durch Perenyische Flüssigkeit wohl kaum so rasch und intensiv vor sich geht, wenn diese Mischung, (Chromsäure und Alkohol, ein chemischer Unsinn) der ganzen Planktonmasse, als wenn sie einzelnen Eiern zugesetzt wird. Die stark geschrumpften Eier der Kliesche wurden zum grossen Theil von Apstein und mir erst spät mikroskopisch herausgesucht.

Das hat übrigens weiter keine Bedeutung, denn die Schrumpfung ist in der Helgoländer Arbeit auf das Unzweifelhafteste verfolgt und festgestellt. Dort ist dann das Formalin als geeignete Conservirungsmasse bezeichnet worden.

Heincke und Ehrenbaum haben nachgewiesen, dass Eier von *Drepanopsetta platessoides* in den Fängen der zweiten Fahrt verkannt und zu den Scholleneiern gerechnet worden sind. Die, wenn normal geblieben, an sich ziemlich unverkennbaren Eier jener Fischart sind nicht grade übersehen, aber wir wurden erst bei der dritten Fahrt mit den Abbildungen dieser Eier bekannt und kamen dann nicht dazu eine entsprechende Revision auszuführen. Ferner ist uns nachgewiesen, dass die von uns als Schellfischeier gebuchten Eigrössen zu den Scholleneiern gehören, während die Schellfischeier mit unter der Rubrik Dorscheier geführt worden sind. Die Schellfischeier sind allerdings nach Heinckes Messungen im Mittel etwas grösser, als die Dorscheier, aber sie schrumpfen etwas stärker, als jene, so dass sie wohl so gut wie ausnahmslos den Dorscheiern zugezählt worden sind. Durch die entsprechende Veränderung der Rubricirung schien mir das Räthsel der auffallenden Spärlichkeit von Schollen- und Schellfischeiern gelöst zu werden, die Fänge sind richtiger, als es nach unseren Tabellen den Anschein hatte.

Apstein hat die Eier von neuem durchsucht. Es war aber nicht mehr mit genügender Sicherheit die Ausscheidung der Eier von *Drepanopsetta* möglich. Ich habe daher in der neuen Tabelle VIIa die Eier von Scholle und *Drepanopsetta* und die Eier von Dorsch und Schellfisch vereint gegeben. (Tabelle siehe S. 158 und 159.)

Es wird zutreffend sein, dass unter den als Flundereiern geführten Rubriken auch Eier anderer Gadiden vorkommen. Diese Eifänge haben wenig Bedeutung, eine Berichtigung ist jedenfalls nicht mehr möglich. Die Mittel der Fänge stellen sich nunmehr wie folgt:

Tabelle VIIIa.
Mittel für den Quadratmeter Fläche.

Mittel für die Fläche	Zeit der Fahrt	Dorsch und Schellfisch		Larven von		Scholle und *Drepanopsetta*		Larven von	
		Eier		Dorsch	Schellfisch	Eier		Scholle	*Drepanopsetta*
		Stadium I	alle Eier			Stadium I	alle Eier		
Für den Quadratmeter Oberfläche.	15.—23. Februar Fahrt I	9,78	21,1	0,278	0,667	2,1666	4,9444	0,056	0
Die Summen aus Tab. VIIa dividirt durch die Zahl der Fänge	27. Febr. — 9. März Fahrt II	36,53	97,6	7,82	1,71	2,4706	6,1765	0	0
	23. April — 1. Mai Fahrt III	5,29	16,0	6,85	3,36	0	0,2574	1,46	1,2
	Summe	51,60	134,7	14,948	5,737	4,6372	11,3783	1,496	1,2
Mittel für die Strecke	1029 Seemeilen Fahrt I	10,00	21,417	0,2711	0,6443	2,2480	4,7770	0,0656	0
Multiplikation des Fangs mit der zugehörigen Strecke und Division durch die ganze Länge der Fahrt	1077 Seemeilen Fahrt II	35,3725	94,714	6,5571	1,4443	2,2586	5,4875	0	0
	1291 Seemeilen Fahrt III	5,113	16,415	7,1747	3,3706	0	0,8176	1,5736	1,2277
	Summe	50,4855	132,546	14,0024	5,4592	4,5066	11,0821	1,6392	1,2277

Tabelle VII a.

Wasserwärme	I. Reise Eifänge	*Pl. platessa* und *Drepanopsetta*								*Gadus morrhua* und *aeglefinus*								*Fischlarven, morrhua*	*Fischlarven, aeglefinus*
		Keimscheibe	Embryo jung	„ gestreckt	„ m. A. d. A.	„ m. A.	Eier alle	Fischlarven		Keimscheibe	Embryo jung	„ gestreckt	„ m. A. d. A.	„ m. A.	Eier alle				
	1	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	2	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
—0,25	3	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	4	.	.	.	.	.	.	.		6	.	3	.	.	9				
	5	.	3	.	.	.	3	.		12	3	9	.	.	24				
	6	.	.	.	.	.	.	.		12	.	12	.	.	24				
2,25	7	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	8	.	.	.	.	.	.	.		6	.	.	.	.	6				
1,75	10	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	11	.	.	.	.	.	.	.		.	.	3	.	.	3				
	12	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	13	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	14	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	15	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
5,6	17	.	.	6	.	.	6	.		6	.	9	.	.	15		6		
4,55	18	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.		3		
	19	6	.	.	.	.	6	.		3	.	3	.	.	6				
	20	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	21	.	.	.	.	.	.	.		6	.	.	.	.	6				
	22	.	.	6	.	.	6	.		15	21	12	.	.	48		6		3
	23	9	3	6	.	.	18	.		3	.	9	.	.	12		.		3
3,75	24	3	15	33	3	.	54	.		60	21	69	9	.	159		6		3
	25	.	.	3	.	.	3	.		12	.	9	.	.	21		.		.
	27	6	.	9	6	12	33	.		9	.	6	9	3	27		.		9
	28	3	.	.	.	.	3	3		36	.	15	9	.	60		.		.
5,75	29	.	.	.	.	.	.	.		108	93	.	.	.	201		3		.
	30	.	.	.	.	.	.	.		15	.	3	3	.	21		.		3
	31	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	32	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
6	33	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	34	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	35	.	.	.	.	.	.	.		3	.	.	.	.	3				
	36	.	.	.	.	.	.	.		.	.	3	.	.	3				
5,3	37	30	.	12	.	.	42	.		3	.	.	.	.	3				
	38	3	.	.	.	.	3	.		18	.	18	.	.	36				
	39	15	.	.	.	.	15	.		9	.	9	.	6	24				
	40	.	.	.	.	.	.	.		.	.	6	.	.	6				
	41	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	42	.	.	.	.	.	.	.		.	6	3	.	.	9				
	43	.	.	3	6	.	9	.		21	.	15	12	.	48				
4,5	44	.	.	.	.	.	.	.		6	.	9	.	6	21				
	45	.	.	.	.	.	.	.		.	.	3	.	.	3				
	46	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.				
	47	.	.	.	.	.	.	.		.	.	9	.	6	15				
	48	.	.	.	.	.	.	.		.	.	18	.	3	21				
	49	.	.	.	.	.	.	.		42	.	51	12	3	108				
	50	.	.	.	.	.	.	.		45	.	15	9	.	69				
3,3	51	.	.	.	.	.	.	.		3	.	.	.	.	3				
	52	12	.	.	.	.	12	.		24	.	9	3	.	36				
	53	6	.	6	.	.	12	.		42	.	3	.	3	48				
	54	12	.	3	.	.	15	.		3	.	6	3	.	12		3		
	55	12	.	12	3	.	27	.		6	.	12	.	.	18		3		
	56	.	.	+	.	.	+	.		.	.	.	.	.	.				
0	57	.	.	.	.	.	.	.		.	.	3	3	3	9				
3,82 Mittel pro Strecke	54	117	21	99	18	12	267	3		528	144	351	72	33	1137		15		36

Wasserwärme	II. Reise Eifänge	*Pl. platessa* und *Drepanopsetta*							*Gadus morrhua* und *aeglefinus*								*Fischlarven, morrhua*	*Fischlarven, aeglefinus*
		Keimscheibe	Embryo jung	„ gestreckt	„ m. A. d. A.	„ m. A.	Eier alle	Fischlarven	Keimscheibe	Embryo jung	„ gestreckt	„ m. A. d. A.	„ m. A.	Eier alle				
	58	.	.	.	6	.	.	6	.	.	.	.	.	.		3		
	59	.	.	.	3	.	.	3	.	6	.	3	.	.	9			
	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
	61	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.	.	.	12			
2,15	62	.	.	.	3	.	.	3	12	3	9	.	.	.	24			
3,6	63	.	.	.	.	.	.	.	6	.	3	.	.	.	9	6	3	
	64	.	.	.	.	.	.	.	165	30	12	.	3	210		6		
	65	6	.	.	.	.	3	9	111	33	48	6	6	204		18		
	66	.	.	.	.	.	.	.	96	15	36	3	3	153		30		
	67	.	3	.	.	.	3	.	24	.	24	15	9	72		24	3	
	68	.	.	.	.	.	.	.	39	15	12	51	6	123		33	3	
	69	6	.	3	.	.	9	.	57	15	33	24	21	150		18	6	
	70	.	.	.	.	.	.	.	168	69	231	48	12	528		15	.	
	71	.	.	.	.	.	.	.	132	21	156	36	15	360		.	.	
5,8	75	.	.	.	.	.	.	.	6	3	15	.	.	24		.	.	
	76	3	.	.	.	.	3	.	15	.	9	3	.	27		.	.	
	77	.	.	24	.	.	24	.	108	66	120	6	3	303		9	.	
	78	15	.	12	.	.	27	.	21	12	27	6	6	72		12	6	
	80	9	.	9	.	.	18	.	15	3	12	6	.	36		.	3	
	81	24	3	3	.	.	30	.	33	9	6	.	3	51		6	12	
	82	18	.	6	.	.	24	.	18	.	21	.	.	39		.	.	
3,8	83	3	.	.	.	.	3	.	12	.	12	.	.	24		.	.	
	84	3	.	3	.	.	6	.	66	3	6	.	.	75		.	.	
	85	.	.	6	.	.	6	.	21	3	27	.	.	51		.	.	
	86	.	.	6	.	.	6	.	15	18	21	9	3	66		3	3	
	87	6	.	3	.	.	9	.	18	6	21	.	9	54		.	9	
3,0	88	3	.	9	.	.	12	.	12	.	12	27	18	69		9	3	
	89	9	.	15	3	3	30	.	36	9	54	3	12	114		18	12	
4,4	90	.	.	.	3	.	3	.	33	6	114	27	30	210		42	3	
	93	.	.	.	.	+	.	.	63	24	285	48	12	432		30	.	
	95	.	.	.	.	.	.	.	18	21	66	18	.	123		3	.	
	96	.	.	.	.	.	.	.	90	3	36	15	6	150		12	.	
	97	.	.	.	.	.	.	.	57	6	51	15	12	141		12	.	
3,4	98	.	.	.	.	.	.	.	12	3	6	6	6	33		12	3	
	99	.	.	.	.	.	.	.	9	.	48	.	3	60		9	.	
	100	.	.	.	.	.	.	.	45	21	36	.	.	102		9	.	
	101	.	.	.	.	.	.	.	6	.	3	18	12	39		9	3	
	102	.	.	.	.	.	.	.	27	.	3	.	3	33		6	.	
3	103	3	.	.	.	.	3	.	9	3	3	.	.	18		.	.	
	104	.	.	.	.	.	.	.	3	.	3	.	.	6		.	.	
3,2	105	.	3	9	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.		.	.	
	106	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	3		.	.	
	107	.	.	.	.	.	.	.	18	6	21	15	30	90		15	.	
	108	3	.	.	.	.	3	.	210	69	177	33	9	498		18	.	
	109	15	3	6	18	.	42	.	18	3	24	15	3	63		.	3	
	110	.	.	3	.	6	9	.	9	.	3	6	3	21		6	6	
2,3	111	.	.	3	.	.	3	.	12	3	48	.	9	72		3	.	
	116	.	.	6	.	3	9	.	.	.	9	6	.	15		.	.	
	117	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	6	.	9		3	.	
	118	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	
	119	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	
4,02 Mittel	51	126	12	138	24	15	317	.	1863	501	1872	474	267	4977		399	81	

Tabelle VIIa.

Wasserwärme	III. Reise Eifänge	*Pl. platessa* und *Drepanopsetta*						*Pl.* Fischlarven, *platessa*	*Drepanopsetta* Fischlarven, *Drepanopsetta*	*Gadus morrhua* und *aeglefinus*						*Gadus* Fischlarven, *morrhua*	*aeglefinus* Fischlarven, *aeglefinus*
		Keimscheibe	Embryo jung	„ gestreckt	„ m.A.d.A.	„ m. A.	Eier alle			Keimscheibe	Embryo jung	„ gestreckt	„ m.A.d.A.	„ m. A.	Eier alle		
7,2	120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
	121	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	122	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5,8	123	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	124	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.	3	.	.
	125	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	18	1	.	29	4	.
	126	.	.	2	.	.	2	12	1	24	.	32	1	.	57	26	.
	127	.	.	.	1	1	2	.	.	7	1	19	.	.	27	2	.
	128	.	.	.	.	.	.	1	1	20	1	53	9	2	85	55	6
	129	.	.	.	1	.	1	1	11	20	7	18	3	.	48	12	2
	130	.	.	.	.	.	.	.	1	14	2	28	16	8	68	30	5
6,7	131	.	.	1	.	.	1	.	.	10	1	31	17	7	66	5	.
	132	.	.	4	.	.	4	.	5	3	.	24	4	2	33	12	9
	133	.	.	1	.	.	1	1	.	10	.	14	4	2	30	14	2
6,8	137	.	.	5	.	.	5	1	.	7	.	8	.	.	15	4	.
	138	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	7	.
	139	.	.	.	1	.	1	.	.	16	1	1	.	.	18	1	.
	140	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
	141	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	142	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	3	.	.
8,8	143	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10,2	144	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7,2	145	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.
6	146	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5,2	147	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	1	.	.	3	5	.
5,7	148	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	1	.	1	15	.
6,4	149	.	.	.	.	.	.	.	1	11	2	12	.	1	26	53	2
5,8	150	.	.	1	.	.	1	.	2	22	2	24	1	.	49	6	1
6,6	151	.	.	1	.	.	1	1	1	2	1	8	5	.	16	1	11
6,5	152	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	3	1	1	5	.	.
6,4	153	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	5	2	.	8	.	3
6,4	154	.	.	3	.	.	3	.	2	5	1	18	1	2	27	7	7
6,6	155	.	.	1	.	.	1	7	2	5	.	4	5	.	14	8	13
6,4	156	.	.	.	.	.	.	3	.	4	.	3	2	1	10	1	6
	157	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	11	1	.	14	11	6
	158	.	.	1	.	.	1	2	.	3	.	9	1	.	13	2	8
7,2	159	.	.	1	.	.	1	.	.	2	.	9	1	2	14	6	18
5,9	160	.	.	2	.	.	2	5	.	.	.	5	4	.	9	4	10
6,2	161	.	.	.	.	.	.	.	9	2	.	4	.	.	6	1	13
6,2	162	.	.	3	.	.	3	1	6	9	.	2	3	.	14	.	12
7,0	163	.	.	4	.	.	4	5	4	1	.	6	.	.	7	.	4
8,1	164	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	2	.	.	2	2	3
	165	.	.	1	.	.	1	1	.	1	.	5	2	1	9	.	1
7,6	166	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	4	.	.	5	3	3
7,0	167	.	.	.	.	.	.	4	7	.	.	7	2	1	10	9	11
7,0	168	.	1	4	.	.	5	1	7	19	.	18	2	1	40	41	20
7,0	169	.	.	.	.	.	.	4	2	22	.	19	15	3	59	9	4
7,4	170	.	.	1	.	.	1	4	3	4	.	6	3	1	14	10	9
8,2	171	.	.	1	.	.	1	12	2	1	.	22	.	.	23	24	5
9,4	172	.	.	.	.	.	.	9	.	3	.	7	.	.	10	7	1
10,9	173	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9,6	174	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.	2	1	.
8,6	175	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8,5	176	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	1	5	4	.
6,3	177	.	.	.	.	.	.	.	.	35	2	9	.	.	46	.	.
7,6	178	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	5	.	.
6,8	179	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9,8	180	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10,6	181	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7,12 Mittel pro Strecke	59	.	1	39	3	1	44	86	71	312	21	475	107	36	951	404	198

Es erscheint auffallend, dass die II. Reise keine Larven von Plattfischen ergeben hat. Es lässt sich berechnen, dass 10 bis 15 Larven hätten auf dieser Reise gefangen werden müssen, weil auf der ersten Reise eine entsprechend grosse Zahl genügend weit entwickelter Eier gefangen worden sind. Es zeigt sich aber in Tabelle VIIa, dass auf der I. Reise 30 Eier des IV. und V. Stadiums gefangen wurden, auf der II. Fahrt deren 39, während die gleichen Stadien der Dorsch- und Schellfischeier von 105 auf 736 gestiegen sind. Es werden hier Verhältnisse vorgelegen haben, die den Laichabsatz gestört haben werden; auf der III. Reise hat sich in Bezug auf die Larven das Verhältniss zwischen den beiden Fischsorten wieder gebessert. Die Eiserien der Plattfische eignen sich aber nicht für Rechnungen.

Dass die Masse der Dorsch- und Schellfischeier komplex ist[1]), hindert ihre rechnerische Verwerthung wohl nicht allzusehr, weil Dauer der Inkubation, Laichperiode und Hoch-Zeit nicht sehr verschieden zu sein scheinen. Ich habe im Anhang die Methodik der rechnerischen Behandlung des Materials etwas weiter ausgebildet, namentlich um weiteren Untersuchungen vorzuarbeiten. Die Zahl der abgelegten Eier ergiebt sich nach rechnerischer und graphischer Interpolation zu etwas mehr als 400 Eiern für den Quadratmeter und die Strecke. Früher hatte ich diese Zahl zu 355 Stück angegeben. Vielleicht habe ich die Inkubationsdauer etwas zu kurz genommen, dann würde die Summe ein wenig geringer werden, aber der Anschluss zwischen erster und zweiter Reise würde schlechter werden. Wenn ich die Eier den Larvenzahlen entsprechend trenne, so ergiebt sich, da auf 19,46 Larven 14 Dorschlarven kamen, dass die 400 Eier aus 288 Dorsch und 112 Schellfischeiern bestanden. Meine frühere Rechnung hatte 149 Schellfisch- und die oben genannte Menge von Dorscheiern ergeben. Ich hatte damals die Eimenge eines Schellfisches zu 451676 Stück rechnen müssen und die des Dorsch zu 4398700, Heincke und Ehrenbaum rechnen für die Nordsee l. c. S. 234 für erstere 150000, und l. c. S. 120 für den Kabljau 2500000 Eier. Rechne ich mit diesen Zahlen, so wird die Anzahl der laichenden Weibchen erheblich grösser. Es kann beanstandet werden, dass ich die Fläche der Nordsee weit grösser genommen habe, als es der von uns befischten Fläche entspricht. Sowohl weiter nördlich, als auch vor der holländisch-belgischen Küste könnten die Mengen sehr wohl andere gewesen sein, aber wenn ich die Flächen genau abgegrenzt hätte, wäre damit meiner Rechnung ein grösserer Werth beigelegt worden, als ich ihn zu geben beabsichtige. Ich will nur zeigen, was bei eingehenderen Untersuchungen, auf die ich nach Kräften hingewiesen habe, zu gewinnen ist. Führe ich die Rechnung also mit der Nordseefläche von 547623 Millionen m^2 aus, so ergiebt sich, dass 63 Millionen Dorsch und 409 Millionen Schellfischweibchen sich an der Eiablage betheiligt haben, während ich früher 44 und 108 Millionen berechnete. Nach der früheren Rechnung kamen auf einen Dorsch vier Schellfische, jetzt stellt sich das Verhältniss wie 1 : 6,5. Nach unseren Kurrenfängen war das Verhältniss wie 1 : 23 (durch einen Fehler ist in der Arbeit S. 66 die Summe der gefangenen Dorsch zu 22 angegeben, während die Addition 42 ergiebt). Heincke sagt mit recht, dass die Kurrenfänge zu sparsam gewesen seien, um etwas daraus schliessen zu lassen, indessen sind es die einzigen Fänge dieser Regionen, die eine genaue Registrirung des Fangbestandes geben. Die Fahrzeuge werfen die

[1]) In der Ostsee sind die Dorscheier immer gelblich, wir wissen aber nicht ob die Schellfischeier eine ähnliche Färbung zeigen.

kleinen Fische über Bord, so dass die Marktstatistik darüber nicht viel beweisen kann. Uebrigens geben die Registrirungen von Havemann, die ich grade für den Fang der Nordwestküste für zuverlässig halte, die Zahl 1 Dorsch auf 20,5 Schellfisch, also nahe das Gleiche, wie unsere Fänge. Meine Annahme, dass der Dorsch zum Laichen in die Nordsee komme, mag schliesslich als unrichtig erwiesen werden, bis jetzt ist sie aber noch nicht widerlegt.

Die Flundereier werden wohl nicht richtig erkannt worden sein, nach dem was Heincke und Ehrenbaum darüber angeben. Dies gilt namentlich für die erste und zweite Reise, weil hier keine Larven gefunden sind. Ich bin übrigens nicht ganz ohne Sorge, ob die zarten Larven nicht hin und wieder durch die Maschen des Netzes gepresst werden können, deshalb wäre vielleicht die Gaze etwas enger, als Nr. 5 zu nehmen. In der Ostsee werden Flunder zur Laichzeit weit von der Küste gefangen, Reibisch hat sich davon persönlich überzeugt. Auch in der Nordsee fingen wir zwischen der Doggerbank und Helgoland, wo von Küstennähe nicht mehr gesprochen werden kann, einige Flunder. Ich bin aber nicht in der Lage zu bezweifeln, dass weiter nördlich Flunder fehlen.

Wenn sich vereinzelt Eier anderer Fischarten den Fängen beimengen, hat das nicht viel zu bedeuten, werden diese Eier zahlreicher, so müssen doch auch Larven der betreffenden Spezies gefangen werden.

Man darf jetzt, wo der Bau eines Schiffes für Seeuntersuchungen in Aussicht steht, auf erneute und ausgiebigere Untersuchungen des Eibestandes rechnen.

Heincke hat Vorschläge über das einzuschlagende Verfahren gemacht, die ich nach meinen Erfahrungen ergänzen möchte. Ich glaube erwarten zu dürfen, dass das von mir in diesem Heft angegebene Netz für Diagonalzug für den Eifang sich bewähren wird. Man wird voraussichtlich damit weit grössere, genau bestimmte, Wassermassen filtriren können und überhaupt während der ganzen Fahrt ohne anzuhalten fischen können, so dass weit grössere Strecken, als bei unserer Expedition durchlaufen werden können. Die Fische werden dem schnell vorwärts laufenden Netz auch in grösseren Exemplaren kaum entgehen können, da sie, wenn sie vorweg fliehen sollten, doch eingeholt werden. Man wird freilich immer suchen müssen, eine vertikale Wassersäule zu durchfischen; horizontaler Zug, der in jeder nicht sehr grossen Wassertiefe ausführbar werden dürfte, kann viel mehr Eier bringen, aber diese Masse ist werthlos. Wie zu fischen sei, habe ich im Anhang angedeutet, doch wird die Praxis die beste Lehrerin sein.

Die Behandlung eines grossen Eifangs bietet erhebliche Schwierigkeiten. Die Bestimmung der Dimensionen kann, wie mir aus den Untersuchungen von Heincke und Ehrenbaum hervorzugehen scheint, nur zur Scheidung in die grösseren Gruppen dienen. Ich bin der Ansicht, dass versucht werden sollte, die Dimensionen an frischen oder einige Tage in Eis aufbewahrten Eiern photographisch festzulegen. Werden die aus dem Fang ausgesuchten Eier auf einen mit Gaze überspannten niedrigen Rahmen gebracht, so legen sie sich eng aneinander. Es werden sich dann einige hundert Eier zusammen photographiren lassen, etwa durch eine kleine Weitwinkel-Linse mit reflektirendem Prisma und zwei bis dreimaliger Vergrösserung. 400 Eier von 1 mm Durchmesser füllen einen Kreis von 23 mm Durchmesser und verlangen bei dreimaliger Vergrösserung eine Platte von 14 cm Breite. Da man die Eier oval anordnen

kann, genügt Kabinetformat. Eine Messung der Photographie bei etwa 10 maliger Vergrösserung kann dann später ausgeführt werden. Die Photographie einiger tausend Eier wird, bei einmal gemachter Einstellung rasch genug erledigt sein. Für das Aussuchen der Eier dürfte es sich empfehlen, das Wasser, in dem der Fang suspendirt ist, so weit zu verdünnen, dass die Eier sinken, dann lässt sich das aus Krebsen, Quallen und Larven bestehende Plankton abgiessen.

Es ist wichtig, wie im Anhang gezeigt wird, die Eier nach Stadien unterscheiden zu können. Dafür ist, so viel ich sehe, Formol kein gutes Mittel, so vortrefflich seine Wirkung auch sonst sein mag. Der Inhalt der Eier zieht sich zusammen und wird, wenigstens in früheren Stadien unkenntlich. Es wäre daher nach anderen Konservirungsarten zu suchen, die ich aber zur Zeit nicht angeben kann. Für die Scheidung nach Stadien werden jetzt von Dr. Reibisch Photographieen der täglichen Fortschritte der Entwicklung angefertigt, die sehr deutlich ausfallen, daher als Typen dienen können.

Nach den Untersuchungen von Heincke und Ehrenbaum scheint wenig Aussicht zu sein, gewisse Eiarten von einander scheiden zu können. Allerdings kann man die Fischart in den letzten Tagen der Entwicklung an der Pigmentirung erkennen, aber das kann zu einer einfachen Scheidung der Eimengen nur in dem Fall führen, dass die betreffenden Eiarten gleiche Hoch-Zeit und gleiche Inkubationsdauer haben. Kann man die Eier der beiden letzten Stadien differentiiren und kennt man die Zährung, so lassen sich a und b bestimmen und lässt sich daraus die Vertheilung der Eier berechnen.

Wenn einige Stadien der Larven und die Zährung an Eiern und Larven des bezüglichen Meerestheils bestimmt sind, so lässt sich auch daraus die Menge der den Larven entsprechenden Eier annähernd bestimmen. Die Zahl der Larven ist aber immer erheblich geringer, als die Zahl der Eier, falls man nicht etwa, wie auf der dritten Reise bei *Pl. platessa* auf das Ende der Laichperiode trifft. Die hier gefundenen 44 Eier vertheilen sich auf 86 *Pl. platessa* und 71 *Drepanopsetta* zufolge direkter Scheidung, so, dass 20 Eier zu *Drepanopsetta* und 24 zu *Platessa* gehören. Daher müssen von *Platessa* etwas mehr junge Larven vorhanden gewesen sein, als von *Drepanopsetta*. Es werden sich wohl von gut erkennbaren Eiern und Larven aus die Werthe gewinnen lassen, deren man als Anhaltspunkt für schwierigere Fälle bedarf.

Die in der früheren Abhandlung gegebenen Karten von *Gadus morrhua* wären durch die Larven von *G. aeglefinus* zu ergänzen, dabei kommt aber nichts bemerkenswerthes heraus, so dass ich eine neue Karte nicht gebe. Die Angaben der Karte über die Eier von *G. aeglefinus* sind zu kassiren. Die Karte von *Pleuronectes platessa* ist ebenfalls mit Bezug auf die Eier zu kassiren, ich gebe eine neue freundlichst von Apstein gezeichnete Karte von *Pl. platessa* und *Drepanopsetta*. Ich bemerke, dass auf der ersten Reise wahrscheinlich 18 ganz junge Eistadien, auf der zweiten etwa 195 Eier von *Drepanopsetta* gewesen zu sein schienen, doch war letzterer Befund wohl zu gross, so dass ich in Uebereinstimmung mit Dr. Apstein dies Resultat nicht verwerthet habe.

Anhang für die Rechnung.

Wenn man etwa 9 Tage vor und nach der Hoch-Zeit der Eiablage einer Fischart alle 24 Stunden eine Eimenge von 4000 bis 5000 Eiern in dem gleichen Bezirk fangen könnte und

dann die bis 24 Stunden alten Eier zu scheiden und zu zählen vermöchte, so würde man die Zahl der täglich abgelegten Eier und die Zu- und Abnahme des Laichs direkt bestimmen können. Wenn dann noch die Inkubationsdauer bekannt ist und man die Eier des letzten Tages bestimmt, so würde deren Menge, verglichen mit der Menge der am ersten Tage ihrer Inkubation abgesetzten Eier, die Zährung ergeben. Dies alles setzt voraus, dass man den Tag der Hoch-Zeit des Laichabsatzes im voraus kenne und dass keine Störungen im Laichabsatz eingetreten seien.

Bei grossen Eifängen in grossem Bezirk wird die Zusammensetzung der Stadien genügend richtig sein, denn schon bei den Eifängen der Expedition entspricht die Zusammensetzung in einiger Annäherung dem, was über die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien ermittelt worden ist, obgleich die Stadien von uns wohl noch nicht genügend scharf gesondert sein mögen.

Wenn zunächst allein die Zährung, die durch Erkrankung und durch Frass herbeigeführt wird, bestimmt werden soll, so kann angenommen werden, dass Frass und Krankheit die Eier proportional ihrer Zahl und unabhängig von ihrer Inkubationsreife trifft. Für den Frass ist diese Annahme wenig bedenklich, die Krankheiten belasten wohl mehr die späteren Stadien, sie und der Frass werden einigermassen der Temperatursteigerung, also auch der Schnelligkeit der Entwicklung folgen. Diese Bedenken müssen vorläufig unberücksichtigt bleiben.

Die Zährung bildet einen Hauptfaktor bei der Verminderung der Eier während der Inkubation. Ihre Wirkung lässt sich durch eine geometrische Progression erfassen. Wenn q der Exponent, a die täglich gelaichte Eimenge, n—1 die Inkubationsdauer und S die Summe der Eier ist, so lautet die Gleichung bekanntlich

$$S = a + aq + aq^2 + aq^3 + \ldots\ldots + aq^{n-1}$$

$1/q = Q$ nenne ich den Zährungsfuss, nach Analogie des Ausdrucks Zinsfuss.

Die Summe S der Eier und die Summe s des ersten Stadiums drückt sich aus, wenn die Inkubationszeit wie bei unseren Bestimmungen der Dauer der Inkubation, die Zeitdauer des ersten Stadiums 5 Tage, die der ganzen Inkubation 21 Tage war, durch

$$S = a.\frac{1-q^{22}}{1-q} \qquad s = a.\frac{1-q^{6}}{1-q} \qquad \text{daraus} \quad \frac{S}{s} = \frac{1-q^{22}}{1-q^{6}}$$

Den Term q muss man durch Probiren in logarithmischer Rechnung finden, bei den hohen Potenzen kommt man kaum mit fünfstelligen Logarithmen aus. Wenn man sich nicht verrechnet, erfordert die Arbeit gut eine Stunde. Das a findet sich dann leicht. Hat man diese Grössen bestimmt, so lässt sich auch prüfen, ob die anderen Stadien richtig unterschieden oder richtig gefangen sind. Habe das eine Stadium das Alter von c—1 Tagen und sei die Inkubationsdauer n—1 Tage, so ist die Eimenge des Stadiums c—1

$$S_c = a\left(\frac{1-q^n}{1-q}\right) - \left(\frac{1-q^c}{1-q}\right) = a\left(\frac{q^c - q^n}{1-q}\right)$$

Die Anwendung dieser Formel führte mich zu der Ansicht, dass bei der praktischen Scheidung der Stadien unserer Fänge das II. Stadium nicht bei Inkubation von 21 Tagen 3 Tage, sondern nur die Hälfte, das III. Stadium nicht 8 sondern gut 9 Tage, das IV. Stadium gut

3 Tage und das V. Stadium nahe 2 Tage genommen sein dürfte. Die Formel gewinnt auch eine gewisse Wichtigkeit, wenn zwei Fangreisen so dicht aufeinander folgen, dass z. B. Eier die bei der ersten Fahrt im ersten Stadium waren, bei der zweiten Fahrt die letzten Stadien erreicht haben müssen. Wenn der Anschluss richtig erreicht worden ist, muss die Zahl pro Fläche, auf frisch abgelegte Eier umgerechnet, stimmen. Da man sich vor allem auf die Formeln muss verlassen und sie ihrem Inhalt nach würdigen können, da es auch möglich war, dass in ihr doppelte Werthe verborgen lägen, bat ich meinen Kollegen, den Mathematiker Stäckel, mir über die Frage Aufschluss zu geben und wir haben ihm für die folgende Darlegung zu danken, die eine feste und wahrscheinlich für fernere Untersuchungen wichtige Basis giebt.

Untersuchung der Gleichung $B = y\frac{q^c - q^x}{1-q}$.

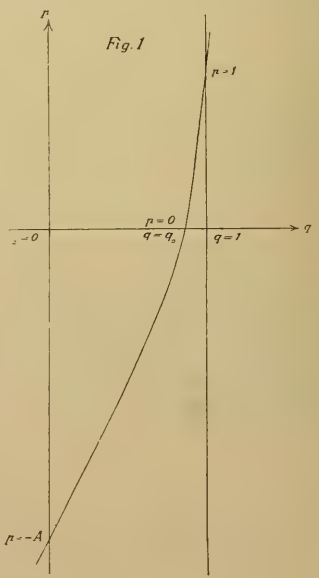
1.

In der Gleichung

$$B = y\frac{q^c - q^x}{1-q} \tag{1}$$

bedeuten B und c Konstanten, wobei c grösser als 1 angenommen wird, dagegen sollen x, y und q als veränderlich angesehen werden, jedoch so, dass y immer zwischen 0 und B, q immer zwischen 0 und 1 liegt. Unter diesen Voraussetzungen soll untersucht werden, wie die durch die Gleichung (1) definirte Funktion q von x und y verläuft.

Zu diesem Zwecke soll zunächst ermittelt werden, wie q sich ändert, wenn y als konstant angesehen und x allein variirt wird; nachdem das geschehen ist, wird auch der Einfluss festgestellt werden, den die Veränderlichkeit von y auf q ausübt.



2.

Wird zur Abkürzung

$$\frac{B}{y} = A \tag{2}$$

gesetzt, so ist nach dem Vorhergehenden A eine Konstante, die grösser als 1 ist, und bei Einführung von A geht die Gleichung (1) über in die Gleichung

$$q^x = q^c - A(1-q). \tag{3}$$

Diese Gleichung kann nur bestehen, wenn der Ausdruck:

$$p = q^c - A(1-q) \tag{4}$$

positiv ausfällt, denn q^x ist bei reellen Werthen von q und x stets positiv.

Wann ist nun p grösser als Null? Da die Ableitung

$$\frac{dp}{dq} = cq^{c-1} + A$$

für die betrachteten Werthe von q stets positiv ist, wächst p mit wachsendem q und zwar von dem Werthe $p = -A$, der zu $q = 0$ gehört, bis zu dem Werthe $p = +1$, der für $q = 1$ stattfindet, folglich ist p zunächst negativ, verschwindet für einen Werth $q = q_0$ zwischen $q = 0$ und $q = 1$ und ist positiv, wenn q von q_0 bis 1 zunimmt.

Die vorstehende Figur zeigt den Verlauf von p unter der Annahme $A = 2$, $c = 10$. Dabei ist für

q =	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
p =	−2,00	−1,80	−1,60	−1,40	−1,20	−1,00	−0,79	−0,57	−0,29	+0,15	+1,00

Der Werth q_0 liegt also hier zwischen 0,8 und 0,9. Indem man hiervon ausgeht, findet man leicht, dass auf 6 Decimalstellen genau

$$q_0 = 0{,}872367 \ldots$$

ist.

3.

Die Form der Gleichung (3) lässt erkennen, dass es vortheilhaft sein wird, zunächst x als Funktion von q anzusehen und erst nachher dem x die Rolle der unabhängigen Veränderlichen zuzuweisen. Dabei variirt q von q_0 bis 1. Für $q = q_0$ wird $q_0^x = 0$, und das ist nur möglich, wenn x positiv unendlich wird. Wächst q über q_0 hinaus, so muss x zunächst abnehmen, also die Ableitung $\frac{dx}{dq}$ negativ sein. Das wird durch Ausrechnung bestätigt, denn aus der Gleichung

$$x = \frac{\log\,(q^c - A^{(1-q)})}{\log\,q} \tag{5}$$

folgt durch Differentiation nach q:

$$\frac{dx}{dq} = \frac{cq^{c-1} + A}{(q^c - A^{(1-q)})\,\log\,q} - \frac{\log\,(q^c - A^{(1-q)})}{q\,\log\,(q)^2}, \tag{6}$$

sodass die rechte Seite für $q = q_0$ negativ unendlich wird.

4.

Wenn q sich dem Werth 1 nähert, so verschwindet in dem Ausdruck für x sowohl der Zähler als der Nenner, der wahre Werth von x muss daher nach der Regel ermittelt werden, dass Zähler und Nenner bei unbestimmten q nach q differentiirt werden und erst darauf der Uebergang zur Grenze für $q = 1$ stattfindet. Es wird daher:

$$\lim_{q=1} x = \lim_{q=1} \frac{q\,(cq^{c-1} + A)}{q^c - A^{(1-q)}} = c + A, \tag{7}$$

und zwar erreicht x diesen Grenzwerth, indem es abnimmt, denn es hat, wie sogleich gezeigt werden soll, die Ableitung $\frac{dx}{dq}$ für $q = 1$ einen negativen Werth. Aus (6) folgt nämlich:

$$\frac{dx}{dq} = \frac{(cq^{c-1} + A)\,q\,\log\,(q) - (q^c - A^{(1-q)})\,\log\,(q^c - A^{(1-q)})}{(q^c - A^{(1-q)})\,.\,q\,.\,\log\,(q)^2}, \tag{8}$$

sodass der Zähler für $q = 1$ verschwindet, während im Nenner der Faktor

$$(q^c - A^{(1-q)})\,.\,q$$

für $q = 1$ selbst gleich 1 wird, dagegen der Faktor $\log\,(q)^2$ ebenfalls verschwindet. Die Anwendung der schon vorher benutzten Regel ergiebt daher:

$$\lim_{q=1} \frac{dx}{dq} = \lim_{q=1} \frac{q\,[(c^2 q^{c-1} + A)\,\log\,(q) - (cq^{c-1} + A)\,\log\,(q^c - A^{(1-q)})]}{2\,\log\,(q)}$$

$$= \lim_{q=1} \frac{q}{2}\,(c^2 q^{c-1} + A - (cq^{c-1} + A)\,.\,x),$$

also ist nach Gleichung (7):

$$\lim_{q=1} \frac{dx}{dq} = -\frac{1}{2}\,A\,(A + 2c - 1), \tag{9}$$

und das ist ein negativer Werth.

5.

Hiermit ist festgestellt, dass x am Anfang und Ende des Intervalles, in dem q variirt abnimmt. Jetzt soll bewiesen werden, dass dasselbe für das ganze Intervall gilt, dass also x, wenn q von q_0 bis 1 wächst, beständig abnehmend, der Reihe nach alle Werthe zwischen $+\infty$ und $c + A$ annimmt.

Dazu genügt es zu zeigen, dass die Ableitung von x nach q nicht nur am Anfang und Ende des Intervalles, in dem q variirt, sondern in dem ganzen Intervall beständig negativ ist. Nun ist, wie Gleichung (8) zeigt, der Nenner dieser Ableitung, nämlich

$$(q^c - A^{(1-q)}) \cdot q \cdot \log (q)^2$$

beständig positiv, mithin kommt alles darauf an, das Verhalten des Zählers

$$(10) \qquad (cq^{c-1} + A)\, q \log (q) - (q^c - A^{(1-q)}) \log (q^c - A^{(1-q)}) = \varphi (q)$$

zu untersuchen. Nun ist

$$\varphi (q_0) = (cq_0^{c-1} + A)\, q_0 \log (q_0)$$

negativ, während

$$\varphi (1) = 0$$

wird. Gelingt es also nachzuweisen, dass die Ableitung von $\varphi(q)$, wenn q von q_0 bis 1 wächst, beständig positiv ist, so nimmt dabei $\varphi(q)$ selbst beständig wachsend der Reihe nach alle Werthe zwischen $\varphi(q_0)$ und $\varphi(1)$ an, ist also beständig negativ. Dieser Nachweis lässt sich aber durch folgende Ueberlegung erbringen.

Indem man eine bei der Bestimmung von

$$\lim_{q=1} \frac{dx}{dq}$$

bereits durchgeführte Rechnung benutzt, erkennt man, dass

$$\varphi'(q) = (c^2 q^{c-1} + A) \log (q) - (cq^{c-1} + A) \log (q^c - A^{(1-q)})$$

ist, folglich hat man

$$\varphi'(q_0) = +\infty, \qquad \varphi'(1) = 0.$$

Wenn also $\varphi'(q)$ für einen Werth von q zwischen q_0 und 1 negativ wäre, so müsste die Gleichung

$$\varphi'(q) = 0$$

mindestens eine Wurzel haben, die ebenfalls zwischen q_0 und 1 liegt. Das ist jedoch unmöglich, wenn nämlich q von 1 verschieden ist, lässt sich die Gleichung $\varphi'(q) = 0$ umformen in die Gleichung

$$(11) \qquad \frac{c^2 q^{c-1} + A}{cq^{c-1} + A} = \frac{\log (q^c - A^{(1-q)})}{\log (q)} = x.$$

Es ist aber, wie man sofort erkennt, sobald c grösser als 1 ist:

$$\frac{c^2 q^{c-1} + A}{cq^{c-1} + A} < c,$$

dagegen $x > c$,

denn man hat nach Gleichung (3): $q^x < q^c$,

während q ein positiver echter Bruch ist. Mithin führt die Annahme, dass die Gleichung (11) für einen Werth von q zwischen q_0 und 1 identisch erfüllt ist, auf einen Widerspruch, und es ist daher, wie behauptet wurde, $\varphi'(q)$ stets positiv und $\varphi(q)$ stets negativ.

6.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich für den Verlauf der Funktion q von x folgendes Bild. Damit q Werthe zwischen 0 und 1 annehmen kann, muss $x \geqq c + A$ sein. Für $x = c + A$ wird $q = 1$. Wächst x über diesen Werth hinaus, so nimmt q beständig ab und nähert sich asymptotisch dem Werthe q_0, der als die einzige Wurzel der Gleichung

$$q^c - A(1-q) = 0$$

zwischen $q = 0$ und $q = 1$ erklärt ist.

Setzt man im Besonderen, wie früher:

$$A = 2, \quad c = 10,$$

so ergiebt sich für

x =	12,00	12,23	12,49	12,79	13,14	13,56	14,07	14,71	15,51	16,58	18,09	20,49	25,63	$+\infty$
q =	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,872367 ...

Auf Grund dieser Zahlen ist Figur 2 gezeichnet worden; der Deutlichkeit wegen wurden dabei die Ordinaten q fünfzigfach überhöht.

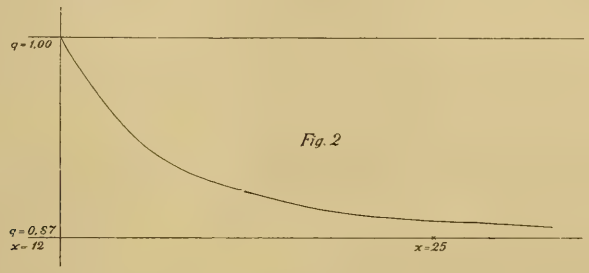


Fig. 2

7.

Es ist jetzt leicht, auch den Einfluss von y zu ermitteln, denn die Kurve, die q als Funktion von x darstellt, verläuft immer in einem Streifen der Ebene, in dem x von $c + A$ bis $+\infty$, q von q_0 bis 1 wächst, und zwar so, dass sie von dem Punkte $x = c + A$, $q = 1$ nach dem Punkte $x = \infty$, $q = q_0$ läuft, indem sie sich sehr rasch der Geraden $q = q_0$ asymptotisch anschmiegt. Wird nun y variirt, so dass es von 0 bis B wächst, so nimmt wegen der Relation

$$\frac{B}{y} = A \qquad (2)$$

A von $+\infty$ bis 1 ab, folglich $c + A$ von $+\infty$ bis $c + 1$. Der Streifen beginnt also mit um so kleinerem Anfangswerthe von x, je grösser y wird. Was seine Breite betrifft, so ist sie $1 - q_0$. Nun war

$$q_0^c - A\,(1 - q_0) = 0,$$

mithin nimmt q_0 mit wachsendem A zu, es wächst also von dem Werthe q_1, der für $A = 1$ eintritt und der durch die Gleichung

$$q_1^c - (1 - q_1) = 0$$

erklärt ist, bis zu dem Werthe 1, den es für $A = \infty$ annimmt. Hieraus ergiebt sich, dass die Breite des Streifens, wenn y von 0 bis B wächst, von 0 bis $1 - q_1$ zunimmt.

Kiel, im März 1901.

Zunächst soll versucht werden, die Grösse der Zährung zu bestimmen. Da ich die Nothwendigkeit nicht erkannte, an einem Tage einen möglichst grossen Fang zu machen, wird es unvermeidlich, die ganzen Fänge so zu behandeln, als wenn sie an einem Tag gemacht wären. Das wird später besser gemacht werden können. Die Fänge der II. Fahrt liegen entschieden vor der Hoch-Zeit des Eiabsatzes, die der III. Fahrt fallen nach dieser Zeit. Eine Kombination beider Fänge habe ich schon in der früheren Arbeit gemacht und ausgeführt, dass in der Hoch-Zeit der Zuwachs und die Abnahme des Eiabsatzes sich wohl ziemlich kompensiren dürften. Die Stadien I der zweiten Fahrt und die Stadien IV und V der dritten Fahrt liegen einander am nächsten und müssten daher addirt werden. Dazu müssten aber die Stadien IV und V auf die ihnen entsprechende Eimenge des Stadiums I umgerechnet werden, was bei Unkenntniss der entsprechenden Faktoren nicht möglich ist. Es wird aber das Stadium I der dritten Fahrt nahezu ein Bild davon geben, wie gross die reduzirte Zahl der

Eier der beiden letzten Stadien werden würde. Wenn man also nicht zunächst das q berechnen und dann mit dessen Hülfe eine Umrechnung vornehmen will, so muss man das Stadium I der dritten Fahrt zu dem gleichen Stadium der früheren Fahrt und ferner die ganzen Summen beider Fahrten zu einander addiren. Hier, wo es hauptsächlich auf die Gewinnung eines Untersuchungsplanes ankommt, hat diese Rechnung, die übrigens wenig ändern würde, keinen Zweck. Ich nehme als Inkubationsdauer 16 Tage.

Nach Tabelle VIIIa war die Summe S pro Strecke

für Fahrt II für Schellfisch und Dorsch	=	94,714	und Stadium I	= s =	35,3725
„ „ III	S =	16,415	„ „	I = s =	5,113
Addition		111,129			40,4855

Es verhält sich $22 : 6 = 17 : 4{,}63636$.

Die Gleichungen lauten also:

$$111{,}129 = a\left(\frac{1-q^{17}}{1-q}\right)$$

$$40{,}4855 = a\left(\frac{1-q^{4{,}63636}}{1-q}\right)$$

$$\log 0{,}4385282 = \frac{1-q^{17}}{1-q^{4{,}63636}} = \log 0{,}7664835 - \log 0{,}3274553.$$

Man findet:

$$\log q^{17} = 0{,}9775879-1 \,.\, 17 = 0{,}6189943-1 = N\ \begin{array}{r}1{,}000000\\ 0{,}415905\end{array}$$
$$1-q^{17} = 0{,}584075 = \log 0{,}7664835$$

$$\log q^{4{,}63636} = 0{,}9775879-1 \,.\, 4{,}63636 = 0{,}8963894-1 = N\ \begin{array}{r}1{,}000000\\ 0{,}787208\end{array}$$
$$1-q^{4{,}6\cdots} = 0{,}212792 = \log 0{,}3279553$$

Es ist also $q_{II} = 0{,}949703$ und $Q = 1{,}05296$.

Für die Inkubationszeit der I. Fahrt, die ich zu 17 Tagen, und die der III. Fahrt, die ich zu 15 Tagen nehme, berechnet sich

q_I zu log 0,9788465—1 und Q_I zu 1,04991 sowie
q_{III} zu log 0,976186—1 und Q_{III} zu 1,05636.

Wenn angenommen wird, dass die genannten Exponenten die Zährung feststellen, so kann der tägliche positive oder negative Zuwachs der abgelegten Eier durch passende Formel gefunden werden. Ich nehme zunächst an, dass für kurze Zeiten der Zuwachs arithmetisch erfolge, etwa so wie in der Progression

$$a + (a+b)\,q + (a+2b)\,q^2 + (a+3b)\,q^3 + \ldots\ldots + (a+(n-1)\,b)\,q^{n-1}.$$

Die Summe S ist dann

$$S = a\,\frac{1-q^n}{1-q} + \frac{bq\,\{1-nq^{n-1} + (n-1)\,q^n\}}{(1-q)^2}.$$

Man überzeugt sich von der Richtigkeit der Summirung, wenn man die b-Glieder der Progression mit $(1-q)^2$ multiplizirt. Die Rechnung der Eisummen und der Stadien I der Eier der drei Reisen mit den respektiven Exponenten q_I, q_{II} und q_{III} ergiebt nachfolgende a und b.

Reise I	$a_I = 2{,}6043$	$b_I = -0{,}09171$	$17 \,.\, b =$	$-1{,}5591.$	a am 2. Februar 0,8482
Reise II	$a_{II} = 8{,}40889$	$b_{II} = -0{,}037331$	$16 \,.\, b =$	$-5{,}9727.$	a am 17. Februar 7,81162
Reise III	$a_{III} = 1{,}26161$	$b_{III} = +0{,}016031$	$15 \,.\, b =$	$0{,}24046.$	a am 27. April 1,50207.

Wenn man den Werth: 0,8482 mit y_0 bezeichnet und den 2. Februar mit dem Werth $1 = x_0$ benennt, so wird $a_{II} = 8{,}40889 = y_1$ und fällt auf den Tag $x_1 = 32$, endlich wird der Werth $1{,}50207 = y_2$ und der Tag $x_2 = 70$ zu setzen sein. Damit lässt sich annähernd der Tag des Maximums des Eiabsatzes x_{max} bestimmen nach der Gleichung

$$x_{max} = \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} y_0 & x_0^2 & 1 \\ y_1 & x_1^2 & 1 \\ y_2 & x_2^2 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} y_0 & x_0 & 1 \\ y_1 & x_1 & 1 \\ y_2 & x_2 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{also}$$

$$x_{max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{0{,}8482\,(32^2 - 70^2) + 8{,}40859\,(70^2 - 1) + 1{,}50207\,(1 - 32^2)}{0{,}8482\,(32 - 70) + 8{,}40839\,(70 - 1) + 1{,}50207\,(1 - 32)}$$

x_{max} ergiebt sich zu **36,2**, das wäre der 9. März gewesen.

Mit Hülfe der Lagrangeschen Interpolationsmethode kann man das y_{max}, die Menge der an diesem Tage gelaichten Eier finden, es sind 8,5214 Eier.

Nunmehr würde sich mit einer, dem theoretischen Gang des Laichens besser angeschmiegten Formel die ganze Rechnung neu ausführen lassen, da man für sie die Hoch-Zeit des Laichens angenähert kennen muss. Die Formel lautet

$$a + (a + b \sin x) \cdot q + (a + b \sin 2x)\, q^2 + \ldots\ldots + (a + b \sin (n-1)\, x)\, q^{n-1}$$

und ihre Summirung ist, wie mir Herr Stäckel mittheilt

$$S = a \frac{1 - q^n}{1 - q} + bq \cdot \frac{\sin x - \sin n\, x \cdot q^{n-1} + \sin (n-1)\, x \cdot q^n}{1 - 2\cos x \cdot q + q^2}$$

Lässt man x so klein werden, dass arcus = sinus und setzt $x = 1$ relativ zu b, so führt dies auf die früher angegebene Summirungsformel. Für obige Formel muss $(n - 1) \cdot x$ im Augenblick der Hoch-Zeit $= 90°$ genommen werden.

Ich habe die Rechnung nicht ausgeführt, weil die Eifänge zu wenig sicher auf einen Moment zurückgeführt werden können, weil die Fänge nicht gut anschliessen und weil der Werth von n nicht abzuleiten ist. Das b der III. Reise scheint etwas zu klein, die Stadien IV und V zu wenig zahlreich zu sein und die Fänge der I. und II. Reise schliessen zu wenig an. Die Fänge der I. Reise ergeben die gelaichte Eimenge für denselben Tag zu 2,24, wo die Fänge der II. Reise 7,42 Eier angeben.

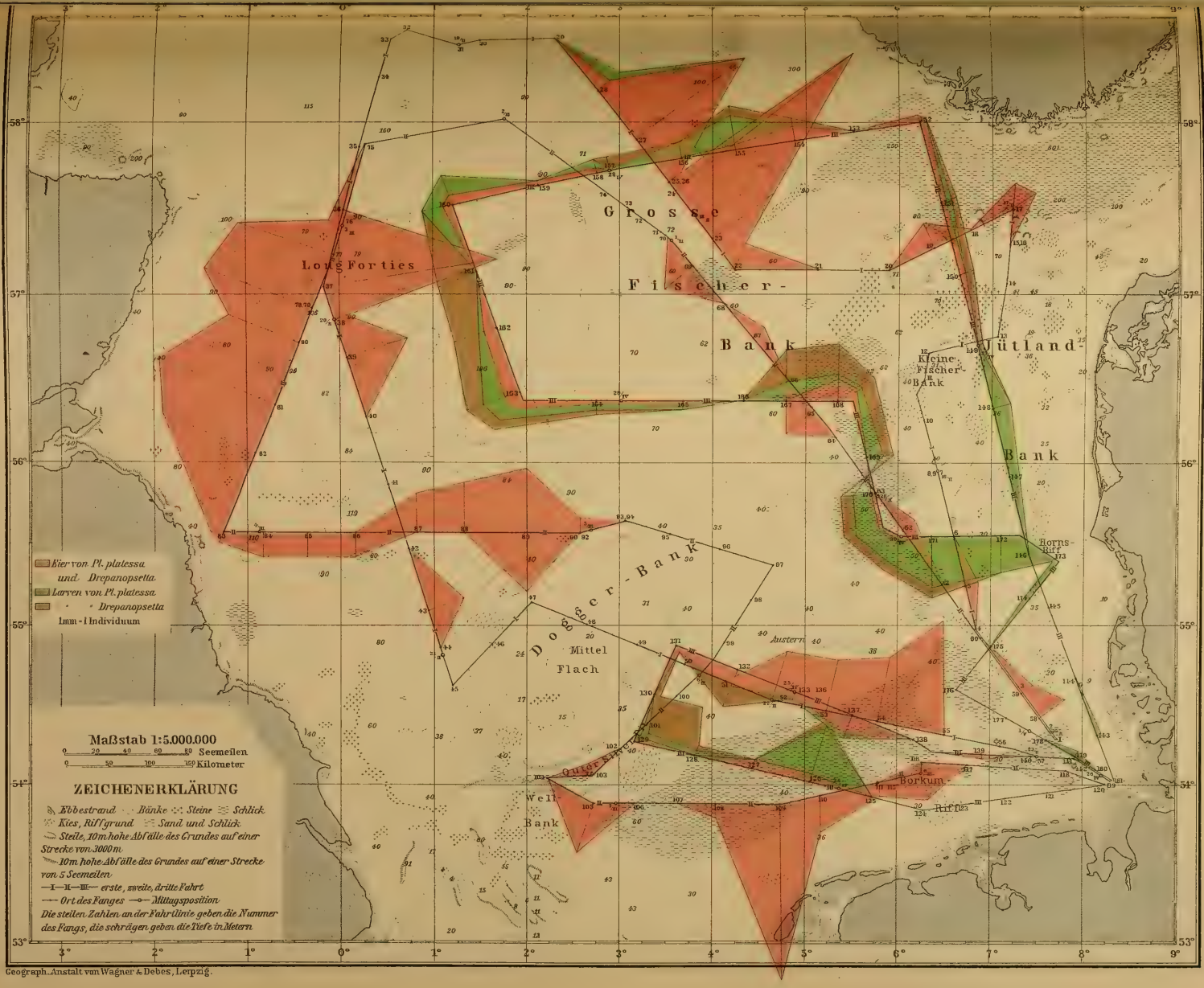
Ich habe diesen Unterschied, der auf schlechten Fang oder ungenügender Trennung der Stadien I, vielleicht auf beiden und auf der zu langen Dauer der Reisen beruhen mag, aus geglichen und die Ordinate dieses Tages zu 5 angenommen, habe dann einige Ordinaten interpolirt, ihre Kurve gezeichnet, die Ordinaten jedes Tages gemessen und addirt. Die so erhaltene Summe führt auf die Zahl von etwas über **400** Eier des Schellfisch und des Dorsch, die pro m² des befischten Theils der Nordsee abgelegt worden wären.

Die Frage, ob die Fänge der I. und II. Reise aneinander anschliessen, lässt sich noch von einer anderen Seite aus prüfen. Auf der II. Reise wurden pro Streckeneinheit 8,0014 Dorsch- und Schellfischlarven gefangen. Freilich hatte die erste Reise schon 0,9 Larven ergeben, aber nur ein Theil dieser 0,9 dürfte auf jene 8 bei der zweiten Reise gefangenen Larven kommen. Reicht, so stellt sich die Frage, die Zahl der Eier der I. Reise, in der Larven innerhalb der 13 Tage, die zwischen I. und II. Reise lagen, ausschlüpfen konnten, für deren Zahl aus?

Die Eier der I. Fahrt mussten bei 17 Tagen Inkubationsdauer 4 Tage alt sein um bis 13 Tage später den Larvenfang bewirken zu können. Nach den Ermittelungen auf voriger Seite ist die Summe der betreffenden Eier zu $14 \cdot a_I + 91 \cdot b_I$ zu nehmen, wo $a_I = 0{,}8432$ und $b_I = 0{,}0917$ zu setzen ist. Dies giebt die Summe von 20,2204 zum Ausschlüpfen reifen Eiern. An allen diesen Eiern muss 17 Tage lang gezährt worden sein. $20{,}2204 \cdot q_I^{17}$ ergiebt 8,8345 zum Ausschlüpfen kommende Eier. Diesen stehen die 8 Larven gegenüber, von denen aber die 0,9 Larven der ersten Reise mit etwa 0,5 in Abzug zu bringen sind. Die Mehrzahl dieser 7,5 Larven haben nur wenige Tage getrieben, immerhin ist die Anzahl der Eier ihnen gegenüber etwas knapp.

Bei allen diesen Rechnungen ist zu bedenken, dass die Zurückrechnung der innerhalb acht Tagen gemachten Fänge auf einen, in der Mitte der Zeit liegenden Tag, die Resultate stark beeinträchtigt, daher die Rechnungen hauptsächlich methodische Bedeutung haben.

Druck von Schmidt & Klaunig in Kiel.



Geograph. Anstalt von Wagner & Debes, Leipzig.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Fünfter Band. Heft 1.

Abteilung Kiel.

Mit 87 Figuren im Text.

Kiel und **Leipzig.**
Verlag von Lipsius & Tischer.
1900.

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Neue Folge. Band I. Heft 1, Gr. 4°. VI, 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. Preis ℳ 30.—.
do. do. Heft 2. Gr. 4°. XIII. 191, III S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. Preis ℳ 20.—.
do. Band II, Heft 1, Abtlg. 1. Gr. 4°. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. Preis ℳ 25. –.
do. do. do. Abtlg. 2. Gr. 4°. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. Preis ℳ 35. –.
do. do. Heft 2. Gr. 4°. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. Preis ℳ 16.—.
do. Band III, Abtlg. Helgoland, Heft 1. Gr. 4°. 125 Seiten mit 20 Tafeln und 46 Figuren im Text. Preis ℳ 20.—.
do. do. do. Heft 2. Gr. 4°. (Unter der Presse.)
do. do. Abtlg. Kiel. Gr. 4°. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. Preis ℳ 16.—.
do. Band IV, Abtlg. Kiel. Gr. 4°. III, 253 Seiten mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text. Preis ℳ 20.—.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) ℳ 15.—.
II./III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) ℳ 40.—.

Sonderausgaben:

Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer. . . . . ℳ 6.—
Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen. . . . . „ 2.—
Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus. . . . . „ 4.—
Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln. . . . . „ 20.—
Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten. . . . ℳ 2.—
Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen. . . „ 10.—
Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. Mit 3 Kupfertafeln. . . . . „ 4.—

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) ℳ 36. –

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881. 1884. Fol. (382 S.) ℳ 49.—
I. Abteilung 1882. (184 S.) „ 25.—
II. „ 1883. (128 S.) „ 12.—
III. „ 1884. (70 S.) „ 12.—
Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886. 1887. (158 S.) „ 25.—
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1891. 1. Heft. 1889. (XI, 102 S.) „ 12.—
„ „ „ „ „ „ „ 2. „ 1890. (46 S.) „ 5.—
„ „ „ „ „ „ „ 3. „ 1893. (108 S.) „ 10.—

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Quer Folio. **Jahrgang 1873—1893.** à Jahrgang ℳ 12.—.

Atlas deutscher Meeresalgen

von Prof. Dr. **Reinke** in Kiel.

1. Heft 1889. (54 S. und 54 Taf.)—. ℳ 30. **2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891.** Fol. (20 S. und 10 Taf.) ℳ 12.—.
2. Heft, Lfg. 3—5, 1892. Fol. (15 S. und 15 Taf.) ℳ 18.—.

Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee.

Von Dr. **H. A. Meyer.**

Im Anschluss an die Abhandlung VII. im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchurg der deutschen Meere, in Kiel 8°. (20 S.) ℳ 1.—.

Gemeinfassliche Mitteilungen aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

Herausgegeben im Auftrage des Königlichen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.
Mit einer lithographischen Tafel. 1880. 8°. (56 S.) ℳ 1.50.

Die Fische der Ostsee.

Von Dr. **K. Möbius** und **Fr. Heincke.**

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8°. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere, in Kiel.) ℳ 5.—.

Untersuchungen über Enchytraeus Möbii Mich. und andere Enchytraeiden.

Von Dr. **W. Michaelsen.**

Preis ℳ 1.20.

Anatomisch-histologische Untersuchungen von Nephthys coeca Fabr.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der Kieler Bucht von Dr. **Friedr. Schack.**

Preis ℳ 2.—.

Seit Herbst 1892 erscheinen im Verlag von **Lipsius & Tischer** in **Kiel** und **Leipzig:**

Ergebnisse

der

in dem Atlantischen Ocean

von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung

auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,
Professor der Physiologie in Kiel.

Auf dieses für die Wissenschaft hochbedeutsame Werk erlauben wir uns ganz ergebenst aufmerksam zu machen.

Das Werk genügt, abgesehen von seiner hohen Bedeutung für die Wissenschaft, was äussere Ausstattung, Papier, Druck, künstlerische Vollendung und Naturtreue der Illustrationen und Tafeln anbelangt, den höchsten Anforderungen. Auf die Ausführung haben wir ganz besondere Sorgfalt verwandt und mit der Herstellung der Tafeln sind nur erste Kunstanstalten betraut worden.

In die Beschreibung selbst sind eine grosse Anzahl von Bildern, nach Originalzeichnungen des Marinemalers Richard Eschke, der an der Expedition teilgenommen, eingestreut.

Es ist uns zur Zeit noch nicht möglich, hinsichtlich einer genauen Preisangabe für das ganze Werk bindende Angaben zu machen. Die Preisnormirung wird ganz von dem jedesmaligen Umfang der einzelnen Abhandlungen, von den Herstellungskosten der Tafeln und den Schwierigkeiten, die mit der Vervielfältigung derselben verbunden sind, abhängig sein. Doch wird bei der Drucklegung des Werkes die dem ganzen Unternehmen gewährte Unterstützung auch auf die Preisnormirung nicht ohne Einfluss sein und dürfen die für derartige Publikationen üblichen Kosten nicht überschritten werden.

Die Abonnenten, welche sich für die Abnahme des **ganzen Werkes** verpflichten, also in erster Linie Bibliotheken, botanische und zoologische Institute, Gelehrte etc. haben Anspruch auf einen um **10 Prozent ermässigten Subskriptionspreis** und sollen deren Namen bei Ausgabe des Schlussheftes in einer Subskriptionsliste veröffentlicht werden. Um ein wirklich vollständiges Verzeichnis der Abnehmer zu erhalten, ersuchen wir dieselben, die **Bestellung** direkt an uns einsenden zu wollen, auch wenn die **Lieferung** nicht direkt von uns, sondern durch eine andere Buchhandlung gewünscht wird. Im letzteren Falle werden wir, dem Wunsche der Subskribenten gemäss, die Lieferung der bezeichneten Buchhandlung überweisen. Behufs näherer Orientierung steht ein umfassender Prospectus gratis und portofrei zu Diensten.

Die im nachstehenden Inhaltsverzeichnis unterstrichenen Abteilungen sind bis jetzt (November 1899) erschienen:

Teil-bezeichnung		Preis: Für Abnehmer des Ganzen		Preis: Bei Einzelbezug	
A.	Reisebeschreibung nebst Anfügungen einiger Ergebnisse der Untersuchungen	27	—	30	—
B.	Methodik der Untersuchungen	21	60	24	—
C.	Geophysikalische Beobachtungen	9	—	10	—
D.	Fische				
E. a. A.	Thaliaceen	1	80	2	—
E. a. B.	Verteilung der Salpen	6	75	7	50
E. a. C.	Verteilung der Doliolen	7	75	8	60
E. b.	Pyrosomen	10	80	12	—
E. c.	Appendicularien	27	—	30	—
F. a.	Cephalopoden				
F. b.	Pteropoden				
F. c.	Heteropoden				
F. d.	Gastropoden m. Ausschl. d. Heteropoden u. Pteropoden	30	—	33	50
F. e.	Acephalen	5	40	6	—
F. f.	Brachiopoden	1	80	2	—
G. a.	Halobatiden und Halacarinen	14	40	16	—
G. b.	Dekapoden und Schizopoden	12	60	14	—
G. c.	Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden	12	60	14	—
G. d.	Cladoceren und Cirripedien	6	75	7	50
G. e.	Amphipoden				
G. f.	Copepoden				
G. g.	Ostracoden				
H. a.	Rotatorien				
H. b.	Alciopiden und Tomopteriden				
H. c.	Pelagische Phyllodociden und Typhloscoleciden	9	—	10	—
H. d.	Pelagische Polychaeten- und Achaetenlarven	6	75	7	50
H. e.	Sagitten				
H. f.	Polycladen	1	80	2	—

Teil-bezeichnung		Preis: Für Abnehmer des Ganzen		Preis: Bei Einzelbezug	
H. g.	Turbellaria acoela	5	40	6	—
J.	Echinodermenlarven	15	—	16	60
K. a.	Ctenophoren	4	50	5	—
K. b.	Siphonophoren	14	40	16	—
K. c.	Craspedote Medusen und Hydroidpolypen	12	60	14	—
K. d.	Akalephen	7	20	8	—
K. e.	Anthozoen	28	80	32	—
L. a.	Tintinnen				
L. b.	Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten				
L. c.	Foraminiferen				
L. d.	Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien				
L. e.	Spumellarien				
L. f.	Akantharien				
L. g.	Monopylarien				
L. h.	Tripylarien				
L. i.	Taxopoden und neue Protozoën-Abteilungen				
M. a. A.	Peridineen, allgemeiner Teil	34	20	38	—
M. a. B.	Peridineen, spezieller Teil				
M. b.	Dictyocheen				
M. c.	Pyrocysteen				
M. d.	Bacillariaceen				
M. e.	Halosphaereen				
M. f.	Schizophyceen				
M. g.	Bakterien des Meeres	5	40	6	—
N.	Cysten, Eier und Larven				
O.	Uebersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen				
P.	Oceanographie des atlantischen Oceans				
Q.	Gesammt-Register				

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Ueber den

Bau der Corallenriffe und die Planktonvertheilung

an den Samoanischen Küsten

nebst vergleichenden Bemerkungen

von

Dr. **Augustin Krämer,**

Marinestabsarzt.

Mit einem Anhang:

Ueber den Palolowurm

von

Dr. **A. Collin.**

Mit 34 Abbildungen und Karten und vielen Tabellen.

186 Seiten gr. 8°. Preis M. 6.—.

Das

Süsswasserplankton.

Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung

von

Dr. **Carl Apstein,**

Mit 113 Abbildungen und vielen Tabellen.

VI, 201 S. gr. 8°. Preis M. 7.20.

Die

Plankton-Expedition und Haeckel's Darwinismus.

Über einige Aufgaben und Ziele der beschreibenden Naturwissenschaften

von

Professor Dr. **V. Hensen.**

Mit 2 Steindrucktafeln.

87 S. gr. 8°. Preis M. 3.—.

Analytische Plankton-Studien.

Ziele, Methoden und Anfangs-Resultate der quantitativ-analytischen Planktonforschung

von

Privatdozent Dr. **Franz Schütt.**

Mit 16 Tabellen und einer farbigen Karte.

VIII, 117 S. gr. 8°. Preis M. 3.—.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Fünfter Band. Heft 2.

Abtheilung Kiel.

BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Mit 1 Tafel, 1 Karte und 96 Figuren im Text.

Kiel und **Leipzig.**
Verlag von Lipsius & Tischer.
1901.

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Neue Folge. Gr. 4°.

Band I, Heft 1. 1894. VI, 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. *M.* 30.—.
do. Heft 2. 1896. XIII, 191, III S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. *M.* 20.—.
Band II, Heft 1, Abt. 1. 1896. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. *M.* 25.—.
do. do. Abt. 2. 1897. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. *M.* 35.—.
do. Heft 2. 1897. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band III, Abt. Helgoland, Heft 1. 1899. 125 Seiten mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. do. Heft 2. 1900. IV, 280 Seiten mit 6 Tafeln, 20 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen. *M.* 30.—.
do. Abt. Kiel. 1898. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band IV, Abt. Helgoland, Heft 1. 1900. 140 Seiten mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. *M.* 15.—.
do. do. Heft 2. 1900. V, 263 Seiten mit 8 Tafeln, 1 Karte und 4 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. Abt. Kiel. 1899. III, 253 Seiten mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text. *M.* 20.—.
Band V, Abt. Kiel, Heft 1. 1900. IV, 96 Seiten mit 87 Figuren im Text. *M.* 8.—.
do. do. Heft 2. 1901. Mit 1 Karte und 96 Figuren im Text.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) *M.* 15.—.
II./III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) *M.* 40.—.

Sonderausgaben:

Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer. . . . . *M.* 6.—.
Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen. . . . . „ 2.—.
Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus. . . . . „ 4.—.
Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln. . . . . „ 20.—.
Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten. . . . *M.* 2.—.
Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen. . „ 10.—.
Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. Mit 3 Kupfertafeln. . . . . „ 4.—.

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) *M.* 36.—.

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881. 1884. Fol. (382 S.) *M.* 49.—.
I. Abtheilung 1882. (184 S.) „ 25.—.
II. „ 1883. (128 S.) „ 12.—.
III. „ 1884. (70 S.) „ 12.—.
Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886. 1887. (158 S.) „ 25.—.
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1891. 1. Heft 1889. (XI, 102 S.) „ 12.—.
„ „ „ „ „ „ „ 2. „ 1890. (46 S.) „ 5.—.
„ „ „ „ „ „ „ 3. „ 1893. (108 S.) „ 10.—.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Jährlich 12 Hefte. Quer-Folio. **Jahrgang 1873—1893.** à Jahrg. *M.* 12.—.

Atlas deutscher Meeresalgen

Von Professor Dr. **Reinke** in Kiel.

1. Heft 1889. Fol. (38 S. und 25 Taf.) *M.* 30.—. **2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891.** Fol. (20 S. und 10 Taf.) *M.* 12.—.
2. Heft, Lfg. 3—5, 1892. Fol. (20 S. und 15 Taf.) *M.* 18.—.

Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee.

Von Dr. **H. A. Meyer.**

Im Anschluss an die Abhandlung VII im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. 8°. (20 S.) *M.* 1.—.

Gemeinfassliche Mittheilungen aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

Herausgegeben im Auftrage des Königlichen Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten.
Mit 1 lithographischen Tafel. 1880. 8°. (56 S.) *M.* 1.50.

Die Fische der Ostsee.

Von Dr. **K. Möbius** und **Fr. Heincke.**

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8°. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.) *M.* 5.—.

Variation und Asymmetrie bei Pleuronectes flesus L.

(Statistisch untersucht.)

Von Dr. **Georg Duncker.**

74 S. 4°. Mit 4 Tafeln, 3 Figuren im Text, mehreren Text- und 7 Anhangstabellen. (Sonder-Abdruck aus „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen". N. F. III. Bd., Abt. Helgoland, Heft 2.) *M.* 10.—.

Seit Herbst 1892 erscheinen im Verlage von **Lipsius & Tischer** in **Kiel** und **Leipzig:**

Ergebnisse

der

in dem Atlantischen Ocean

von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung

auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Auf dieses für die Wissenschaft hochbedeutsame Werk erlauben wir uns ganz ergebenst aufmerksam zu machen.

Das Werk genügt, abgesehen von seiner hohen Bedeutung für die Wissenschaft, was äussere Ausstattung, Papier, Druck, künstlerische Vollendung und Naturtreue der Illustrationen und Tafeln anbelangt, den höchsten Anforderungen. Auf die Ausführung haben wir ganz besondere Sorgfalt verwandt und mit der Herstellung der Tafeln sind nur erste Kunstanstalten betraut worden.

In die Reisebeschreibung sind eine grosse Anzahl von Bildern, nach Originalzeichnungen des Marinemalers Richard Eschke, der an der Expedition teilgenommen, eingestreut.

Es ist uns zur Zeit noch nicht möglich, hinsichtlich einer genauen Preisangabe für das ganze Werk bindende Angaben zu machen. Die Preisnormirung wird ganz von dem jedesmaligen Umfang der einzelnen Abhandlungen, von den Herstellungskosten der Tafeln und den Schwierigkeiten, die mit der Vervielfältigung derselben verbunden sind, abhängig sein. Doch wird bei der Drucklegung des Werkes die dem ganzen Unternehmen gewährte Unterstützung auch auf die Preisnormirung nicht ohne Einfluss sein und dürfen die für derartige Publikationen üblichen Kosten nicht überschritten werden.

Die Abonnenten, welche sich für die Abnahme des **ganzen Werkes** verpflichten, also in erster Linie Bibliotheken, botanische und zoologische Institute, Gelehrte etc. haben Anspruch auf einen um **10 Prozent ermässigten Subskriptionspreis** und sollen deren Namen bei Ausgabe des Schlussheftes in einer Subskribentenliste veröffentlicht werden. Um ein wirklich vollständiges Verzeichnis der Abnehmer zu erhalten, ersuchen wir dieselben, die **Bestellung** direkt an uns einsenden zu wollen, auch wenn die **Lieferung** nicht direkt von uns, sondern durch eine andere Buchhandlung gewünscht wird. Im letzteren Falle werden wir, dem Wunsche der Subskribenten gemäss, die Lieferung der bezeichneten Buchhandlung überweisen. Behufs näherer Orientirung steht ein umfassender Prospectus gratis und portofrei zu Diensten.

Die im nachstehenden Inhaltsverzeichniss unterstrichenen Abtheilungen sind bis jetzt (April 1901) erschienen:

Teil-bezeich-nung		Preis: Für Abnehmer des Ganzen		Preis: Bei Einzel-bezug	
A.	Reisebeschreibung nebst Anfügungen einiger Ergebnisse der Untersuchungen	27	—	30	—
B.	Methodik der Untersuchungen	21	60	24	—
C.	Geophysikalische Beobachtungen	9	—	10	—
D.	Fische				
E. a. A.	Thaliaceen	1	80	2	—
E. a. B.	Verteilung der Salpen	6	75	7	50
E. a. C.	Verteilung der Doliolen	7	75	8	60
E. b.	Pyrosomen	10	80	12	—
E. c.	Appendicularien	27	—	30	—
F. a.	Cephalopoden				
F. b.	Pteropoden				
F. c.	Heteropoden				
F. d.	Gastropoden mit Ausschluss der Heteropoden und Pteropoden	30	—	33	50
F. e.	Acephalen	5	40	6	—
F. f.	Brachiopoden	1	80	2	—
G. a.	Halobatiden und Halacarinen	14	40	16	—
G. b.	Decapoden und Schizopoden	12	60	14	—
G. c.	Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden	12	60	14	—
G. d.	Cladoceren und Cirripedien	6	75	7	50
G. e. I.	Amphipoden I. Theil				
G. e. II.	„ II. Theil				
G. f.	Copepoden				
G. g.	Ostracoden				
H. a.	Rotatorien				
H. b.	Alciopiden und Tomopteriden	14	40	16	—
H. c.	Pelagische Phyllodociden und Typhloscoleciden	9	—	10	—
H. d.	Pelagische Polychaeten und Achaetenlarven	6	75	7	50
H. e.	Sagitten				
H. f.	Polycladen	1	80	2	—
H. g.	Turbellaria acoela	5	40	6	—
J.	Echinodermenlarven	15	—	16	60
K. a.	Ctenophoren	4	50	5	—
K. b.	Siphonophoren	14	40	16	—
K. c.	Craspedote Medusen und Hydroidpolypen	12	60	14	—
K. d.	Akalephen	7	20	8	—
K. e.	Anthozoen	28	80	32	—
L. a.	Tintinnen				
L. b.	Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten				
L. c.	Foraminiferen				
L. d.	Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien				
L. e.	Spumellarien				
L. f.	Akantharien				
L. g.	Monopylarien				
L. h.	Tripyleen				
L. i.	Taxopoden und neue Protozoën-Abteilungen				
M. a. A.	Peridineen, allgemeiner Theil	34	20	38	—
M. a. B.	Peridineen, spezieller Theil				
M. b.	Dictyocheen				
M. c.	Pyrocysteen				
M. d.	Bacillariaceen				
M. e.	Halosphaereen				
M. f.	Schizophyceen				
M. g.	Bakterien des Meeres	5	40	6	—
N.	Cysten, Eier und Larven				
O.	Uebersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen				
P.	Oceanographie des atlantischen Oceans				
Q.	Gesammt-Register				

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Das

Süsswasserplankton.

Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung

von Dr. **Carl Apstein.**

Mit 113 Abbildungen u. vielen Tabellen. VI, 201 S. gr. 8°. Preis M. 7.20.

Biologische Studien

über die

Fauna der Kieler Föhrde

(158 Reusenversuche)

von Dr. **Emil Buerkel,** Kaiserl. Marine-Assistenzarzt d. R.

Mit 1 farb. Karte, 3 Tafeln u. 7 Tabellen. 55 S. Lex. 8°. Geheftet M. 5.—; elegant gebunden M. 6.—.

Die Plankton-Expedition u. Haeckel's Darwinismus.

Über einige Aufgaben und Ziele der beschreibenden Naturwissenschaften

von Professor Dr. **V. Hensen.**

Mit 2 Steindrucktafeln. 87 S. gr. 8°. Preis M. 3.—.

Ueber den

Bau der Corallenriffe und die Planktonvertheilung

an den Samoanischen Küsten

nebst vergleichenden Bemerkungen

von Dr. **Augustin Krämer,** Marinestabsarzt.

Mit einem Anhang:

Ueber den Palolowurm

von Dr. **A. Collin.**

Mit 34 Abbildungen u. Karten u. vielen Tabellen. 186 Seiten gr. 8°. Preis M. 6.—.

Analytische Plankton-Studien.

Ziele, Methoden und Anfangs-Resultate der quantitativ-analytischen Planktonforschung

von Privatdozent Dr. **Franz Schütt.**

Mit 16 Tabellen u. 1 farbigen Karte. VIII, 117 S. gr. 8°. Preis M. 3.—.

NORTHEAST
LIBRARY BINDERY CO., INC.
APR 1981

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03011